

Grafico : grafisches Leitungsinformationssystem der PTT = Grafico : système d'infographie pour les conduites des PTT

Autor(en): **Gnehm, Bruno**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und
Telegraphenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes,
téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda
delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **65 (1987)**

Heft 8

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874818>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Grafico – Grafisches Leitungsinformationssystem der PTT

Grafico – Système d'infographie pour les conduites des PTT

Bruno GNEHM, Bern

Zusammenfassung. Das Projekt Grafico (grafisches interaktives Informationssystem mit Computer) hat zum Ziel, die grafischen und alphanumerischen Informationen der Leitungsanlagen mit EDV-Unterstützung zu erfassen, zu planen, zu projektieren, auszuführen und zu aktualisieren. Der Autor beschreibt die technische und organisatorische Lösung. Er weist auch auf die wirtschaftlichen Aspekte des Rationalisierungsprojektes hin.

Résumé. Le projet Grafico (système d'infographie interactif) vise, avec l'aide de moyens informatiques, à saisir et à actualiser les informations alphanumériques et graphiques concernant les installations de conduites des PTT et à les traiter pour planifier, projeter et réaliser ce type d'installations. L'auteur décrit la solution retenue sur le plan de la technique et de l'organisation et passe en revue les aspects économiques de ce projet de rationalisation.

Grafico – Sistema grafico d'informazione sulle linee delle PTT

Riassunto. Il sistema «Grafico» (sistema grafico interattivo di informazione con computer) serve a rilevare, pianificare, progettare, eseguire e aggiornare, mediante elaborazione elettronica di dati, le informazioni grafiche e alfanumeriche relative agli impianti di linee. L'autore descrive la soluzione tecnica e quella organizzativa e accenna agli aspetti economici di questo progetto di razionalizzazione.

1 Einleitung

Von den dreissiger Jahren bis noch vor nicht allzu langer Zeit hat sich die Arbeitsweise des Zeichners und des Konstrukteurs kaum geändert. Ihre Werkzeuge waren Reissbrett, Zirkel, Dreieck, Bleistift, Tuscheschreiber und Rechenschieber. Wohl sind diese Hilfsmittel verbessert worden, am eigentlichen Arbeitsprinzip hat sich jedoch nichts geändert. In der gleichen Zeitspanne ver-
fünffachte die industrielle Produktion ihre Leistungen. Die Industrieautomation mit dem Einsatz hydraulischer und pneumatischer Hilfseinrichtungen, z. B. bei Werkzeug- und Produktionsmaschinen mit automatischen Bestückungs-, Sortier- und Kontrollvorrichtungen, ermöglichte bereits eine bemerkenswerte Rationalisierung. Die Elektronik erlaubte einen weiteren Schritt vorwärts. CNC-Steuerungen wurden realisiert, und heute arbeiten in modernen Werkstätten anstelle von Personen bereits Industrieroboter. Das Missverhältnis zwischen Konstruktion und Fabrikation war unverantwortbar. Die EDV sollte auch hier Hilfe leisten. CAD (computer aided design) heisst das neue Schlagwort. Ursprünglich unterstützte die EDV nur das manuelle Zeichnen. Die Anwendung wurde durch neue Softwarepakete erweitert, so dass nun mit solchen Systemen konstruiert, berechnet, geplant und gesteuert wird. Man spricht nicht mehr allein von CAD. Die breite Palette von Computer-Anwendungen wird ständig ergänzt. In der Fertigungsindustrie ist die EDV in allen Gebieten integriert, besonders sind die Zusammenhänge und Verknüpfungen des Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionsbereiches koordiniert. Wenn diese Koordination zwischen den einzelnen Funktionsbereichen gewährleistet ist, spricht man von CIM (computer integrated manufacturing). *Figur 1* zeigt schematisch die Zusammenhänge der vielfältigen EDV-Anwendungen im Produktionsbereich.

Diese Anwendung weist darauf hin, dass die Pionierarbeit von der Produktherstellung ausging. Heute umfasst der Einsatz von grafisch interaktiven EDV-Systemen alle Sparten der Technik. Nachfolgend ist eine spezifische EDV-Anwendung umschrieben, das CAD-Map-

1 Introduction

Il n'y a pas si longtemps, les dessinateurs et les constructeurs travaillaient encore pratiquement de la même manière qu'à l'époque des années de 1930. Leurs outils étaient la planche à dessin, le compas, l'équerre, le crayon, le tire-lignes et la règle à calcul. S'il est vrai que ces instruments ont été perfectionnés, rien n'a en revanche changé à la place de travail proprement dite. Durant la même période, les performances de la production industrielle ont quintuplé. Le recours à l'automatisation, c'est-à-dire à des dispositifs auxiliaires hydrauliques et pneumatiques, par exemple dans les machines outils et les machines de production pourvues de systèmes automatiques d'équipement, de tri et de contrôle, a permis d'atteindre un effet de rationalisation remarquable. L'électronique, de son côté, a été un autre facteur de progrès. Outre les machines commandées par processeur (CNC), on rencontre aujourd'hui dans les ateliers modernes des robots industriels au lieu d'ouvriers. On s'est alors rendu compte qu'il devenait impossible d'assumer la responsabilité du déséquilibre manifeste entre les méthodes de construction et celles de fabrication. Ici également, l'informatique pouvait apporter une solution. Le sigle CAO (conception assistée par ordinateur) est devenu un terme dans le vent. A l'origine, le traitement électronique des données (TED) servait uniquement à faciliter le dessin manuel. Cette application s'est élargie grâce au développement de nouveaux progiciels, de sorte que de tels systèmes permettent aujourd'hui de construire, de calculer, de planifier et de commander des processus. Le terme de CAO n'est plus pris isolément, mais associé à une large palette d'applications informatiques qui est sans cesse complétée. Le TED s'intègre dans tous les domaines de l'industrie de la fabrication et permet en particulier d'harmoniser les relations et les combinaisons entre les secteurs du développement, de la construction et de la production. Lorsque ces diverses activités sont coordonnées, on parle de fabrication assistée par ordinateur (FAO). La *figure 1* montre schématiquement les relations entre les multiples applications informatiques dans le domaine de la production.

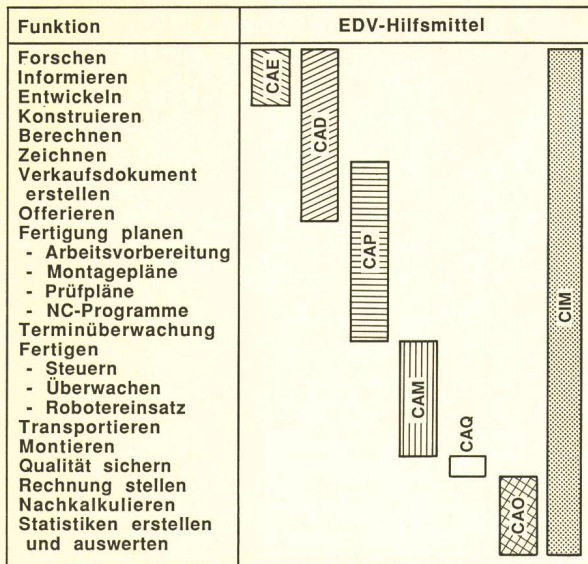


Fig. 1
Rechnerunterstützter Arbeitsablauf eines Produktes

- CAE Rechnerunterstützte Ingenieur Tätigkeiten
- CAD Rechnerunterstützte Konstruktion
- CAP Rechnerunterstützte Planung
- CAM Rechnerunterstützte Produktion
- CAQ Rechnerunterstützte Qualitätssicherung
- CAO Büroautomatik
- CIM Rechnerunterstützte integrierte Produktion

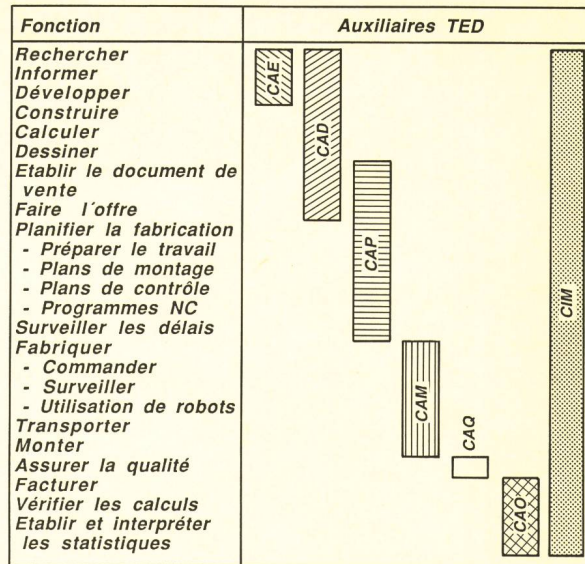


Fig. 1
Activités de création d'un produit assistées par ordinateur

- CAE Ingénierie assistée par ordinateur
- CAD Conception assistée par ordinateur
- CAP Planification assistée par ordinateur
- CAM Production assistée par ordinateur
- CAQ Assurance de qualité assistée par ordinateur
- CAO Bureautique
- CIM Production intégrée assistée par ordinateur

ping, das sich mit dem Erstellen und Verwalten von geografischen und schematischen Plänen und Karten befasst. Die wichtigsten CAD-Anwendungen auf diesem Gebiet betreffen die Vermessung, Planung, thematischen Karten, Güterzusammenlegung, Werkpläne, Leitungskatasterpläne, Energie-Versorgungs- und Entsorgungspläne sowie die topographischen Karten (Fig. 2).

L'application dont il est ici question montre que le travail de pionnier a été, en fait, accompli par l'industrie. Aujourd'hui, l'emploi de systèmes interactifs d'infographie s'étend à tous les domaines de la technique. Dans cet article, on décrit une application informatique spécifique, à savoir l'utilisation de la CAO pour l'établissement et à la gestion de plans et de cartes topographiques et schématiques. Les principales applications de la CAO dans ce domaine portent sur: la mensuration, la planification, les cartes thématiques, le remaniement parcellaire, les plans de réseaux, les plans de cadastre des conduites, les plans des réseaux de fourniture d'énergie ou des réseaux d'eaux à évacuer et sur les cartes topographiques (fig. 2).

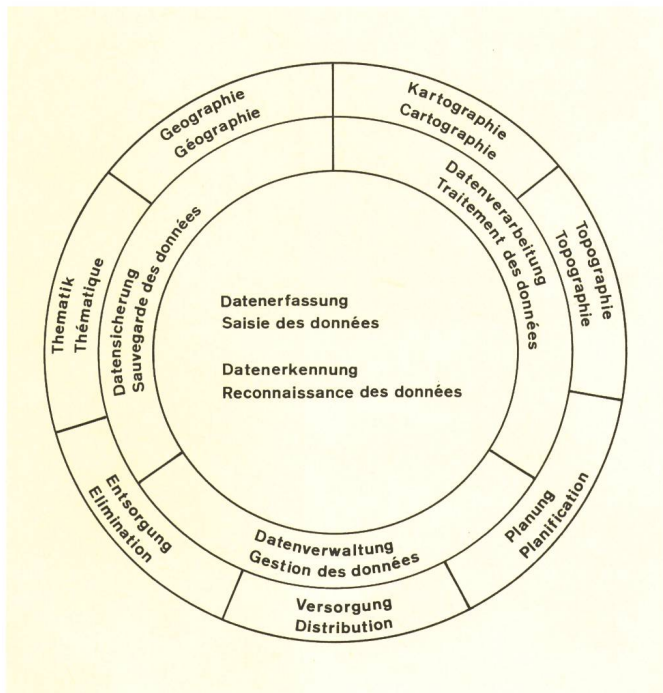


Fig. 2
CAD-Mapping-Anwendungen – Applications du traitement des plans assistées par ordinateur

L'Entreprise des PTT, qui gère la plus importante collection de plans de réseaux en Suisse, a très tôt reconnu que seuls des moyens informatiques hautement performants permettraient de gérer économiquement un aussi vaste assortiment de données alphanumériques et graphiques. C'est la raison pour laquelle le projet Grafico a été mis en chantier en 1981.

2 Documentation des PTT sur les lignes

L'Ordonnance fédérale sur le courant faible impose à chaque propriétaire de lignes (appelées ci-après conduites) le devoir de reporter le tracé des câbles souterrains sur des cartes topographiques, des plans de situation ou des schémas spéciaux. Les PTT doivent aussi se conformer à cette ordonnance. De plus, les installations elles-mêmes – et non seulement la collection de plans qui les concerne – doivent être planifiées, projetées et exploitées selon des principes économiques.

Die PTT-Betriebe, mit dem umfangreichsten schweizerischen Leitungsplanwerk, haben frühzeitig erkannt, dass eine derartig vielfältige grafische und alphanumerische Datensammlung in Zukunft nur mit Hilfe entsprechender EDV-Mittel wirtschaftlich zu verwalten sein wird. Deshalb wurde im Jahre 1981 das Projekt Grafico in Angriff genommen.

2 PTT-Leitungsdokumentation

Die Schwachstromverordnung des Bundes auferlegt jedem Leitungseigentümer die Pflicht, den Verlauf der Erdkabel in topografischen Karten, Lageplänen oder speziellen Aufzeichnungen festzuhalten. Dieser Verordnung haben auch die PTT nachzuleben. Weiter sind – und das gilt nicht nur für das Planwerk – die Anlagen nach wirtschaftlichen Grundsätzen zu planen, zu projektieren, zu bauen und zu betreiben.

Das PTT-Leitungsnetz überspannt, mit wenigen Ausnahmen in unbewohnten Gebirgsgegenden, das gesamte Gebiet der Schweiz. Detaillierte geografische und schematische Pläne enthalten die notwendigen Lage-, Schaltungs- und Betriebsinformationen. Auf verschiedene Übertragungsebenen zugeschnittene Pläne werden durch umfangreiche Karteien ergänzt. Um die grafischen Daten der 3,5 Millionen Teilnehmeranschlüsse, der 5,7 Millionen Sprechstellen und der 1000 Zentralen zu verwalten, bestehen heute 100 000 Situationspläne (Werkpläne) und 35 000 schematische Detailpläne; dazu kommen Pläne und Karten, die den Charakter von Übersichten oder speziellen Darstellungen haben. Das Planwerk wird grösstenteils in den 17 Fernmeldekreisdirektionen erstellt, nachgeführt und verwaltet. Als Werkzeuge stehen dazu moderne Zeichenmittel, Kopier- und kleinere EDV-Geräte zur Verfügung.

Die Baumstruktur des PTT-Leitungsnetzes unterscheidet sich von üblichen Versorgungsnetzen durch den hohen Grad der Detaillierung. Im Leitungsverlauf sind neben den geometrischen Informationen die schalttechnischen Charakteristiken aufzuzeigen. Jede Spleissung, jede Verzweigung, jeder Schaltpunkt vom Teilnehmer bis zur Zentrale, ist genau zu definieren. Netzverläufe müssen bekannt sein. Verbindungen zwischen Zentralen, zwischen Netzen, zwischen nationalen und internationalen Vermittlungsstellen sind grösstenteils in Übersichtsplänen und Karten dargestellt.

3 Organisation, Kompetenzen

Das Fernmelde departement der Generaldirektion PTT behandelt Fragen im Zusammenhang mit der Geschäftsstrategie, den Grundsätzen über Planung, der Projektierung, dem Bau und Betrieb der Fernmeldeanlagen, der Koordination auf internationaler Ebene, der Forschung und Entwicklung. 17 Fernmeldekreisdirektionen planen, bauen und betreiben die Netze.

Im wesentlichen setzt sich das PTT-Planwerk aus drei Typen von Plänen und Karten (*Tabelle 1*) zusammen:

- geografische Karten und Pläne
- schematisch-geografische Pläne
- schematische Darstellungen.

Le réseau des conduites PTT couvre l'ensemble du territoire suisse, à l'exception de quelques régions montagneuses inhabitées. Les plans topographiques et schématiques détaillés contiennent les informations nécessaires sur la situation, la connexion et l'exploitation des installations. Les plans adaptés à plusieurs niveaux de transmission sont complétés par de volumineux fichiers. Il existe actuellement 100 000 plans de situation (plans de réseaux) et 35 000 plans schématiques de détail pour la gestion des données graphiques relative aux 3,5 millions de raccordements d'abonnés, 5,5 millions de postes téléphoniques, 1000 centraux, etc. D'autres plans et cartes ayant le caractère de plans d'ensemble ou de représentations spéciales s'y ajoutent. La plus grande partie du recueil des plans est établie, tenue à jour et gérée d'une manière décentralisée dans les 17 Directions d'arrondissement des télécommunications. Elles disposent à cet effet de matériel de dessin moderne, de machines à copier et de petits systèmes informatiques.

La structure ramifiée du réseau des conduites PTT se différencie des réseaux de distribution habituels par son caractère hautement détaillé. Outre les informations topographiques, les caractéristiques techniques de l'interconnexion doivent être indiquées dans les plans. Chaque épissure, chaque dérivation, chaque point de connexion, de l'abonné jusqu'au central, doit être exactement défini. La plus grande partie des liaisons entre centraux, réseaux, centres de commutation nationaux et internationaux figure sur les plans synoptiques et les cartes.

3 Organisation, attributions

Le Département des télécommunications de la Direction générale des PTT traite les questions se rapportant à la stratégie d'entreprise, aux principes de planification, à l'établissement de projets, à la construction et à l'exploitation d'installations de télécommunication, à la coordination sur le plan international ainsi qu'à la recherche et au développement. Les 17 Directions d'arrondissement des télécommunications planifient, construisent et exploitent les réseaux. Pour l'essentiel, la collection de plans des PTT comprend 3 types de plans et de cartes (*tab. 1*), à savoir les:

- cartes et plans topographiques
- plans schématiques/topographiques
- représentations schématiques.

4 Nécessité de rationaliser et contraintes extérieures

Deux groupes de besoins ont motivé l'introduction de Grafico (*fig. 3*), ce sont:

- les exigences internes des PTT et
- les contraintes extérieures.

Sur le plan interne, les PTT accordent la priorité aux projets de rationalisation. En effet, toute entreprise soucieuse de rester concurrentielle doit disposer de documents d'une qualité toujours meilleure à intervalles de

Tabelle I. Das PTT-Planwerk

Karten und Plantypen		
geographisch	schematisch/ geographisch	schematisch
Interkontinentale Verbindung Transatlantische Verbindungen Satellitenverbindungen Fernverbindungen Fern- und Bezirkskabelanlagen 1:200 000 Trasseekarte 1:50 000 Übersichtsplan 1:5000 und 1:10 000	Fern- und Bezirkskabelanlagen 1:100 000 Spezialanlagen	Übersichten internationale und nationale Verbindungen Fern- und Bezirkskabelanlagen Bezirkskabelplan Stammkabelplan
Situationsplan 1:500 und 1:1000 Detailpläne Längenprofile Konstruktionspläne, Spezialpläne Schacht-, Rohrleitungspläne, Kabeleinzugspläne		schematischer Ortskabelplan Spleisskizzen Kreuzungspläne
		Übersichtspläne und Karten
		Detailpläne

Tableau I. Ensemble des plans des PTT

Types de cartes et de plans		
topographiques	schématiques/ topographiques	schématiques
Liaison Intercontinentale Liaisons transatlantiques Liaisons par satellites Liaisons interurbaines Installations de câbles interurbains et ruraux 1:200 000 Cartes de tracés 1:50 000 Plans d'ensemble 1:5000 et 1:10 000	Installations de câbles interurbains et ruraux 1:100 000 Installations spéciales	Plans synoptiques de liaisons nationales et internationales Installations de câbles interurbains et ruraux Plans des câbles ruraux Plans des câbles principaux
Plans de situation 1:500 et 1:1000 Plans détaillés Profils en long Plans de construction, plans spéciaux Plans de chambres, de canalisation, de tirage de câbles		Plans schématiques de câbles locaux Croquis d'épissures Plans des croisements
		Plans et cartes synoptiques
		Plans détaillés

4 Rationalisierungsbedürfnisse und Sachzwänge

Die Einführung des Grafico (Fig. 3) wurde mit

- PTT-internen Anforderungen und
- äusseren Sachzwängen

begründet.

PTT intern stehen die Rationalisierungsvorhaben im Vordergrund. Soll ein Betrieb konkurrenzfähig bleiben, muss er in immer kürzerer Frist über immer bessere Un-

plus en plus brefs. Les PTT se sont dès lors efforcés de développer des solutions optimales, capables d'assurer un échange d'informations sans lacunes entre les partenaires, en l'occurrence les spécialistes de la mensuration en général. Il s'agissait en particulier de veiller à ce que les méthodes de travail soient compatibles.

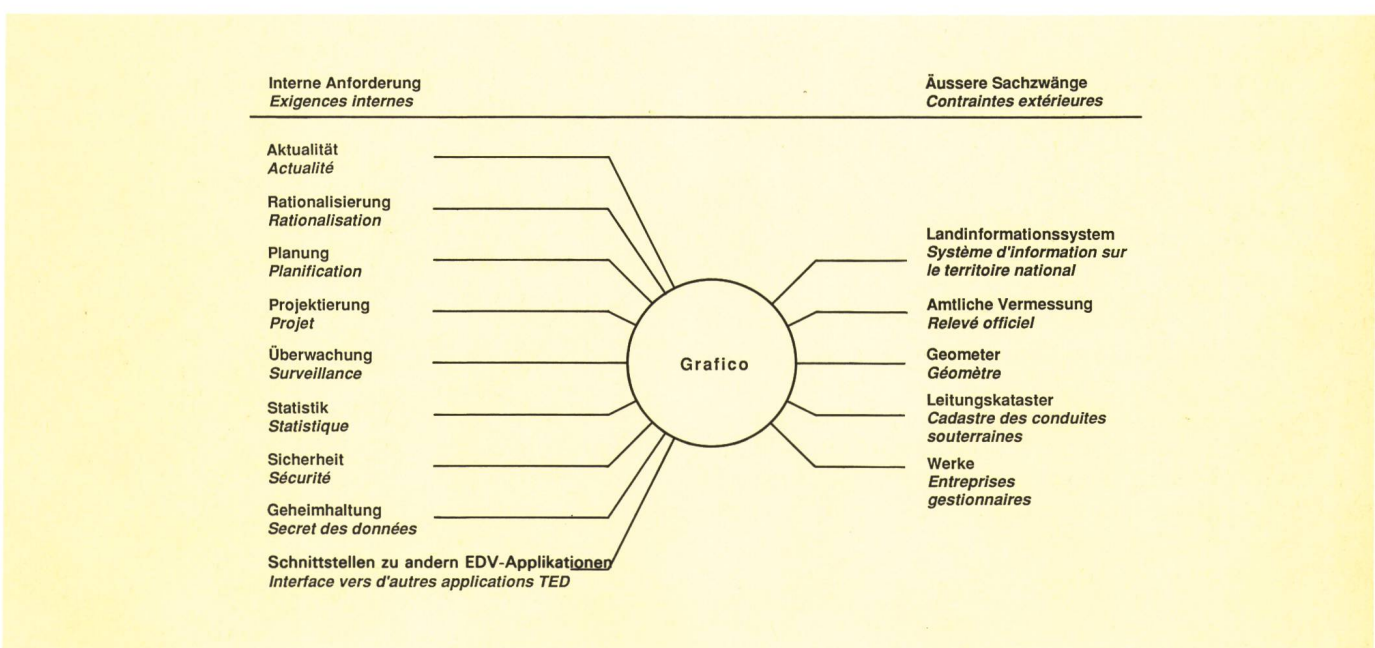


Fig. 3 Interne Anforderungen und äussere Sachzwänge, die im System Grafico bestimmende Auswirkungen ausüben - Exigences internes et contraintes extérieures exerçant des influences déterminantes sur le système Grafico

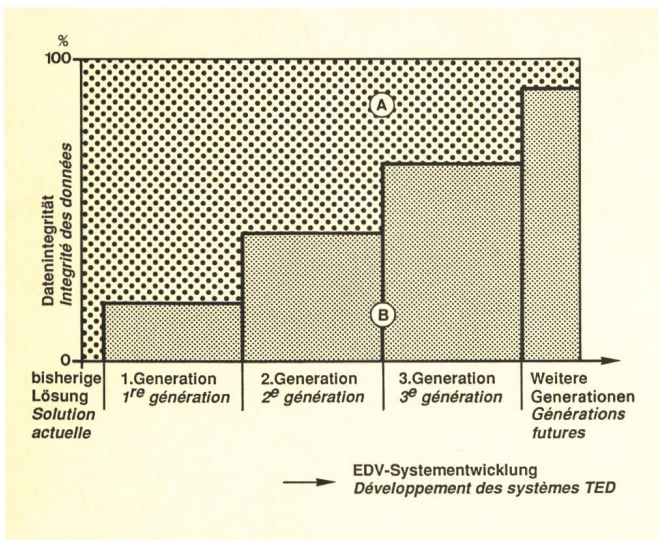


Fig. 4 Zielfunktion der amtlichen Vermessung – Objectifs visés par la mensuration officielle
 Ⓐ Konventionelle und organisatorische Massnahmen – Mesures traditionnelles et d'organisation
 Ⓑ EDV-Lösungen – Solutions informatiques

terlagen verfügen. Mit den Geschäftspartnern – im vorliegenden Fall mit der Vermessung ganz allgemein – sind optimale Lösungen hinsichtlich Verständigung anzustreben. Beiderseits müssen kompatible Arbeitsmethoden entwickelt werden.

5 Reform der amtlichen Vermessung

Das Ziel der Reform der amtlichen Vermessung (AV) bezüglich ihrer Form lässt sich wie folgt umschreiben:

- Die neue amtliche Vermessung ist vollnumerisch, d. h., alle Entitäten und Attribute werden digitalisiert und in einer EDV-Datenbank verwaltet. Der grösste Teil dieser Daten sind raumbezogene Informationen mit grafischem Charakter.
- Ziel soll primär sein, die Bedürfnisse der Benutzer der amtlichen Vermessung optimal mit den verfügbaren Informatikmitteln aber auch in Verbindung mit konventionellen Methoden abzudecken.
- Folglich findet mittel- und langfristig der Datenaustausch in digitaler Form zwischen Landinformationssystem, amtlicher Vermessung, Geometern, Leitungskatastern und Werken statt.

Die Ablösung der konventionellen durch EDV-Arbeitsmethoden ist in *Figur 4* gezeigt. Das Landinformationssystem der Schweiz besteht einerseits aus einer Sammlung von Daten, die sich auf Grund und Boden beziehen und andererseits aus Verfahren und Methoden für die systematische Erfassung, Aktualisierung und Verarbeitung der Daten. Die Beziehungen und Gemeinsamkeiten unter den einzelnen Informationsquellen von unterirdischen Leitungen im Rahmen des Landinformationssystems sind in *Figur 5* dargestellt.

6 Projektbearbeitung

Grossprojekte im Bereich der Informatik müssen bei den PTT- und den andern Bundesbetrieben nach dem Her-

5 Réforme de la mensuration officielle

En ce qui concerne les modalités, la réforme de la mensuration officielle vise les objectifs suivants:

- Le nouveau système de mensuration officielle est entièrement numérisé, ce qui signifie que toutes les entités et tous les attributs sont gérés dans une banque de données informatique après avoir été mis sous forme numérique. La majeure partie de ces données sont des informations spatiales de caractère graphique.
- L'objectif prioritaire est que l'on puisse répondre de manière optimale aux besoins des utilisateurs de la mensuration officielle à l'aide des moyens informatiques disponibles mais aussi par le recours à des méthodes traditionnelles.
- A moyenne et à longue échéance, l'échange de données entre le système d'information sur le territoire national et les systèmes de la mensuration officielle, ceux des géomètres, des cadastres de conduites et des entreprises gestionnaires de réseaux aura lieu en mode numérique.

La *figure 4* montre comment les méthodes de travail informatiques se substitueront aux méthodes traditionnelles. Le système d'information sur le territoire national suisse est, d'une part, un recueil d'informations relatives au terrain et, d'autre part, un ensemble de procédés et de méthodes permettant de saisir systématiquement, de tenir à jour et de traiter les données qui s'y rapportent. La *figure 5* montre les relations et les points communs entre les diverses sources d'informations relatives aux conduites souterraines que regroupe le système d'information sur le territoire national.

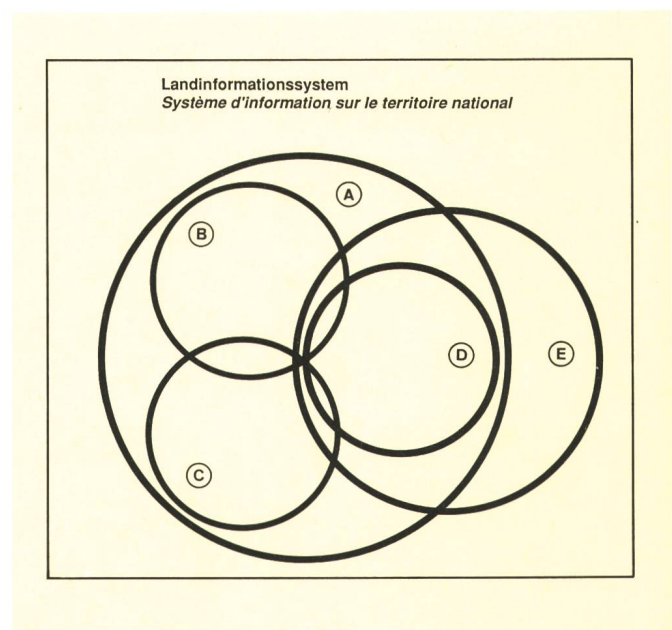


Fig. 5 Beziehungsdiagramm Landinformationssystem – Diagramme des relations concernant le système d'information sur le territoire national
 Ⓐ Leitungsinformationssystem – Système d'information sur les conduites souterraines
 Ⓑ Werkplan/Schemaplan – Plan de réseau/plan schématique
 Ⓒ Alphanumerische Daten – Données alphanumériques
 Ⓓ Grundbuchplan – Plan cadastral
 Ⓔ Amtliche Vermessung – Mensuration officielle

mes-Verfahren (Handbuch der Elektronischen Rechenzentren, eine Methode für die Entwicklung von Systemen) bearbeitet werden. Dieses regelt das Vorgehen und unterscheidet folgende Projektphasen:

- Voranalyse
- Konzept
- Detailspezifikationen
- Programmierung
- Rahmenorganisation
- Einführung.

Jede Weiterführung einer Phase unterliegt dem Freigabeentscheid der Geschäftsleitung. Die erforderlichen Entscheidungen stützen sich auf Angaben über Aufwand, Nutzen, Kosten, Termine, Risiken und Prioritäten. Die Erfahrung hat gezeigt, dass EDV-Projekte ganz allgemein hinsichtlich finanziellem, personellem und zeitlichem Aufwand unterschätzt werden.

Das Projekt Grafico steht zurzeit in der Phase 3 (Detailspezifikationen). Eine Mapping-Applikation unterscheidet sich von den üblichen Karteiverwaltungen, indem bei CAD weitgehend Standardsoftware eingesetzt wird, so dass eine intensive zeitaufwendige Programmierung dahinfällt und nur noch Programmiererweiterungen und entsprechende Prozeduren neu geschrieben werden müssen.

Weil auch für die PTT CAD Neuland darstellt, wurde für die Bearbeitung der Projektphasen Voranalyse und Konzept eine Entwicklungsanlage gemietet. Unsere Equipe konnte sich dadurch ein Know-how aneignen, das beim Festlegen von Pflichtwerten und beim Beurteilen der Offerten, Demonstrationen und Benchmarktests zu objektiven Resultaten führte.

Das Projekt wird in vier Stufen bearbeitet:

- Entwickeln der Realisierungseinheiten im Grafico-Team bei der Generaldirektion PTT (GD), in enger Zusammenarbeit mit dem Systemlieferanten und Generalunternehmer
- Test auf der Entwicklungsanlage der GD
- Praktischer Einsatztest auf der Pilotanlage in einer Fernmeldekreisdirektion (FKD)
- Einführung bei den 16 verbleibenden FKD.

7 Projektorganisation

Das Grafico-Team setzt sich aus Fach- und EDV-Mitarbeitern zusammen. Dessen Aufgabe ist es, das Projekt nach Hermes zu verwirklichen. Nur ein homogenes Arbeitsteam aus Fachdienst und EDV-Spezialisten kann das anspruchsvolle, vielfältige Projekt zielstrebig bearbeiten. Wegen des Personalstopps bei den PTT kann dessen Mitarbeiterzahl im Grafico-Team nicht erhöht werden. EDV-spezifische Entwicklungen übernimmt daher weitgehend der Systemlieferant und Generalunternehmer (Fig. 6).

8 Schnittstellen

Die zahlreichen Anforderungen an einen Datenaustausch können nur mit einem sauberen Konzept verlust-

6 Elaboration de projets

Aux PTT et dans les autres services fédéraux, les grands projets informatiques doivent être élaborés conformément aux directives Hermes (Handbuch der Elektronischen Rechenzentren, eine Methode für die Entwicklung von Systemen) = méthode pour gérer les projets informatiques). Ce manuel règle la marche à suivre et distingue les phases suivantes d'élaboration de projets:

- analyse préliminaire
- conception
- spécifications détaillées
- programmation
- organisation cadre
- introduction.

Tout passage à une phase suivante est soumis à la décision de la direction de l'entreprise. Les décisions requises sont fondées sur les indications relatives à l'utilité, aux charges, aux coûts, aux délais, aux risques et aux priorités. L'expérience a montré que l'on sous-estime généralement les projets informatiques sous le rapport des coûts, de la main-d'œuvre et du temps nécessaire à la réalisation.

Actuellement, le projet Grafico en est à la troisième phase (spécifications détaillées). A la différence de la gestion de fichiers ordinaires, le traitement des plans par CAO fait largement appel à des logiciels standards, de sorte qu'une programmation longue et détaillée devient superflue, seules les extensions de programmes et les procédures y relatives devant être réécrites.

Les PTT souhaitant eux aussi aborder de nouveaux domaines de la CAO, une installation de développement a été louée pour les phases de projet «analyse préliminaire» et «conception». Notre équipe put ainsi acquérir un savoir-faire lui permettant d'atteindre des résultats objectifs lors de la spécification des valeurs imposées, de l'évaluation des offres, des démonstrations et des tests «Benchmark».

Le projet se subdivise en quatre étapes, à savoir:

- Développer les unités de réalisation se rapportant à l'équipe Grafico à la Direction générale des PTT (DG), avec l'étroite collaboration des fournisseurs du système et de l'entrepreneur général.
- Effectuer des tests sur l'installation de développement de la DG.
- Tester le système en pratique sur l'installation pilote d'une Direction d'arrondissement des télécommunications (DAT).
- Introduire le système dans les 16 autres DAT.

7 Organisation du projet

L'équipe Grafico se compose de collaborateurs spécialisés et de collaborateurs informaticiens. Sa tâche consiste à élaborer des documents selon les directives Hermes. Seul un groupe de travail homogène, composé de collaborateurs spécialisés et d'informaticiens, est à même de traiter systématiquement ce projet exigeant aux multiples facettes. En raison du blocage de l'effectif du personnel des PTT, le nombre de collaborateurs de l'équipe Grafico ne peut être augmenté. C'est pourquoi

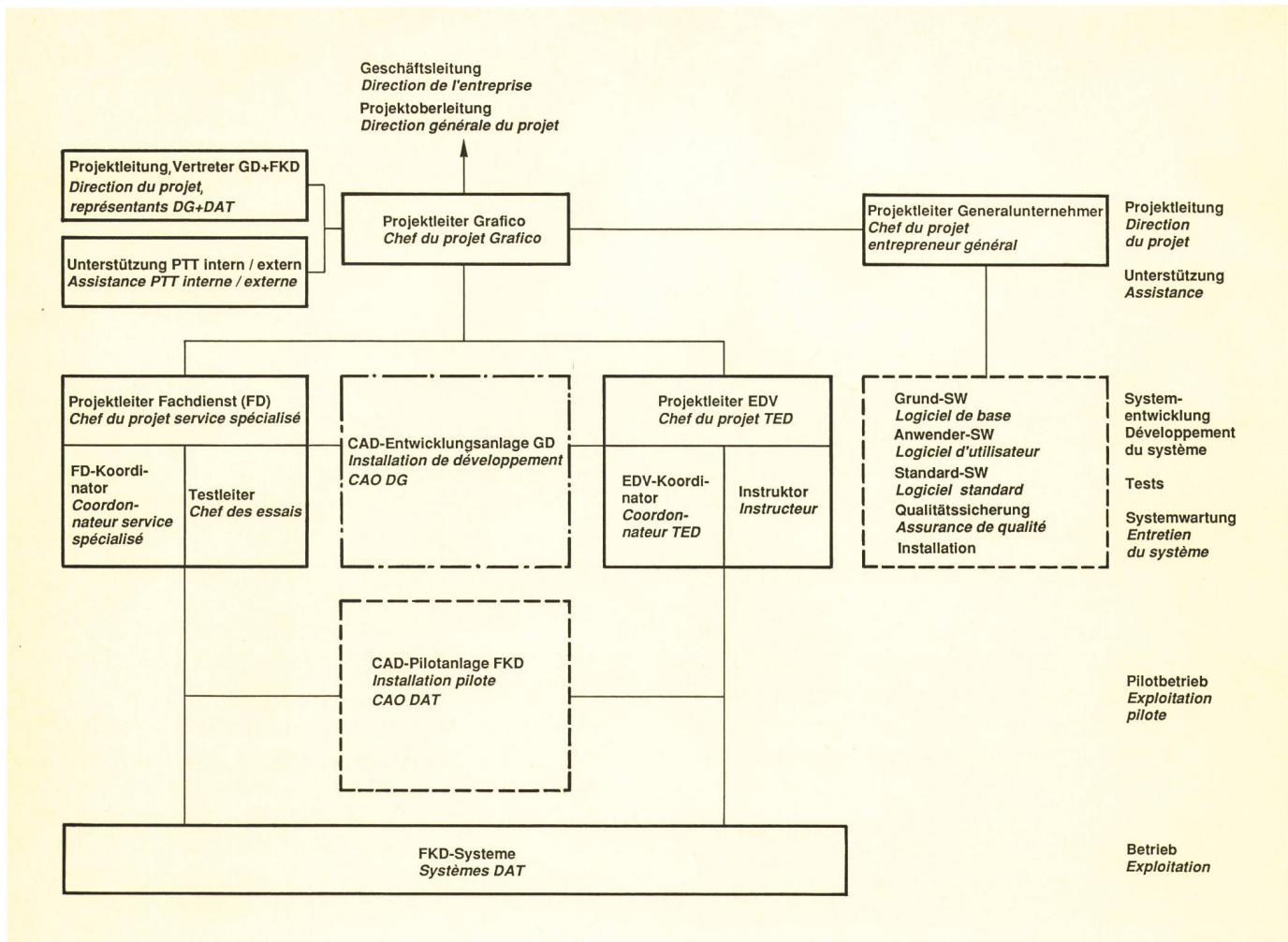


Fig. 6
Projektorganisation Grafico – Organisation du projet Grafico

frei und vollständig erfüllt werden. Zu diesem Zweck wird die amtliche Vermessungs-Schnittstelle (AVS) definiert. Diese ist künftig eine Norm für den Austausch von Informationen, also eine Vorgabe an Software- und Hardware-Lieferanten (Fig. 7).

Der Datenaustausch innerhalb der PTT und von der PTT nach aussen richtet sich nach dem Entwicklungsstand der Partnerprojekte.

le fournisseur du système et l'entrepreneur général assument dans une large mesure les travaux de développement relevant de l'informatique (fig. 6).

8 Interfaces

Seul un concept clair et sans lacune permet aux spécialistes de satisfaire aux nombreuses exigences en matière d'échange de données, de sorte que cette transac-

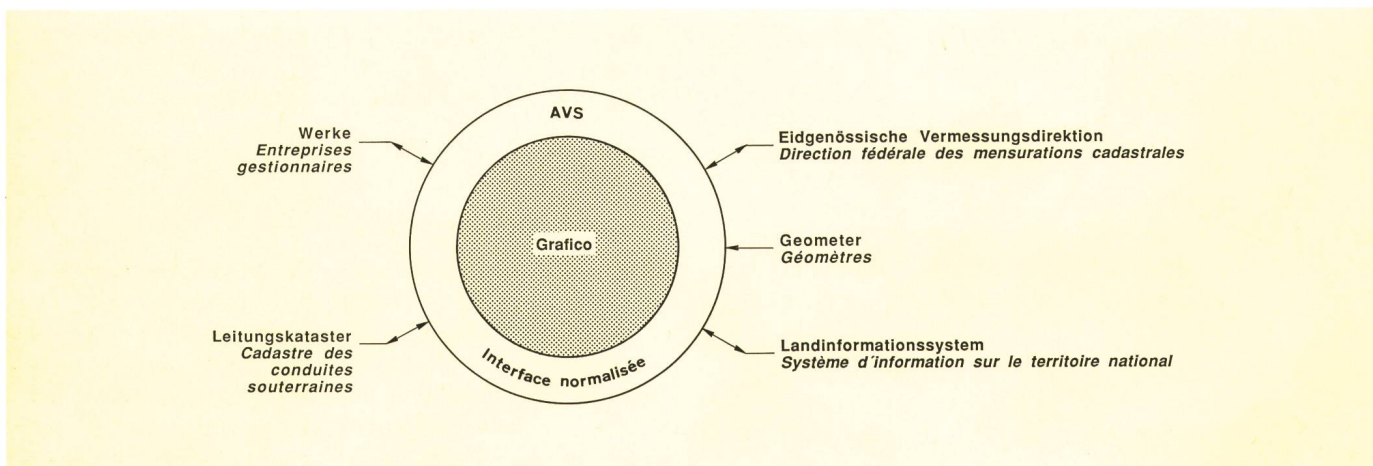


Fig. 7
Datenaustausch und Datenübernahme mit oder von Dritten – Echange de données avec des tiers ou reprise de données de tiers

In der schweizerischen Grundbuchvermessung sind heute

- ungefähr 10 % teilnumerisch
- ungefähr 40 % halbgrafisch und
- ungefähr 20 % grafisch vermessen.

Die Modernisierung der Grundbuchvermessung wird in den nächsten Jahren stark vorangehen, denn gleichzeitig muss die Katastererneuerung bis zum Jahr 2000 abgeschlossen sein.

Beim Datenaustausch wird unterschieden nach

- organisatorischer Methode (mündlich, schriftlich)
- EDV-Datenträger
- Datenleitung.

Die PTT-internen Schnittstellen sind bekannt. Grafico wird den engsten und intensivsten Datenaustausch mit der Linienkartei zu bewältigen haben. Mit den weiteren Systemen der Telefonrationalisierung ist kein direkter Datenaustausch vorgesehen, hingegen ist der Informationsfluss vom Grafico zu den Systemen Notico, Matico und Firico geplant (Fig. 8).

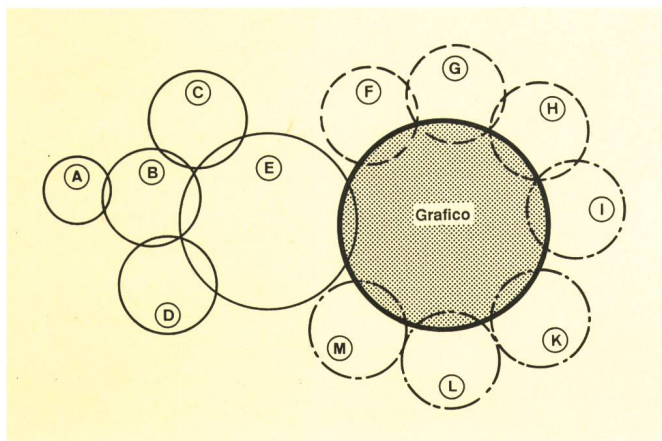


Fig. 8
Beziehungsdigramm der internen und externen Schnittstellen – Diagramme des relations avec interfaces internes et externes

Tel.	111 – Tél. No 111
Ⓣ T 2.1	Abonnementsdienst – Service des abonnements
Ⓞ Baskal	Bewirtschaftungs- und Auskunftssystem für Kabel, Ausrüstungen und Leitungen – Système de gestion et d'information pour équipements de câbles et de lignes
Ⓞ Tedis	Störungsdienst – Service des dérangements
Ⓞ E	Linienkartei – Fichier des lignes
Ⓞ E	Leitungskataster – Cadastre des conduites
Ⓞ E	Werke – Entreprises gestionnaires
Ⓞ H	Geometer – Géomètres
Ⓞ ISLN	Informationssystem Abteilung Leitungsnetze (früher Bauabteilung) der FKD – Système d'information de la Division réseaux de lignes (anciennement Division de construction) de la DAT
Ⓞ Firico	Finanz- und Rechnungswesen – Informationssystem – Système informatique pour la comptabilité financière et analytique
Ⓞ Matico	Materialbewirtschaftung – Système informatique pour la gestion du matériel
Ⓞ Notico	Normpositionskatalog des Tiefbaudienstes – Système informatique pour la gestion du matériel du service du génie civil (catalogue des articles normalisés)
	Telefonrationalisierung – Rationalisation des services téléphoniques
	PTT-externe Partner – Partenaires externes des PTT
	EDV-Projekt, Projekte oder Applikationen der PTT – Projet informatique, projets ou applications des PTT

tion puisse se dérouler intégralement et sans aucune perte. C'est à cet effet qu'a été définie l'interface de mensuration officielle (AVS). Cette interface sera désormais une norme pour l'échange d'informations; elle spécifie donc les caractéristiques imposées aux fournisseurs de logiciels et de matériels (fig. 7).

L'échange de données au sein des PTT et avec des partenaires dépend du degré de développement des projets de ces derniers. En Suisse, les mensurations cadastrales se font aujourd'hui:

- en mode partiellement numérique, dans une proportion d'environ 10 %
- en mode semi-graphique, dans une proportion d'environ 40 %
- en mode graphique, dans une proportion d'environ 20 %.

Au cours des prochaines années, la modernisation des mensurations cadastrales fera un grand bond en avant, étant donné que le renouvellement des cadastres doit être mené à terme en parallèle d'ici à l'an 2000.

En matière d'échange de données, on distingue

- une méthode de transmission orale ou écrite
- l'échange de supports de données
- la communication par des circuits de données.

Les interfaces internes des PTT sont connues. Le volume de données le plus important sera échangé avec le plus proche partenaire du Grafico, le fichier des lignes. Il n'est pas prévu d'échanger directement des données entre Grafico et d'autres systèmes de rationalisation des services téléphoniques, mais, en revanche, avec les systèmes informatiques, tels que Notico, Matico et Firico (fig. 8).

9 Unités de réalisation

Grafico est subdivisé en petites unités de réalisation distinctes (UR), qui peuvent être introduites dans un délai raisonnable. Ces unités sont fondées, d'une part, sur des rapports logiques et, d'autre part, sur des aspects économiques. De plus, l'instruction et l'application ont exercé une certaine influence. Dans l'ordre chronologique, seules les unités de réalisation 1...3 sont définitivement fixées; les UR subséquentes peuvent être permuées en fonction des besoins.

- UR 1: Numérisation et tenue à jour des plans de situation
- UR 2: Numérisation et tenue à jour des plans schématiques des câbles locaux
- UR 3: Interconnexion des données situation-schéma
- UR 4: Reprise numérique des plans
- UR 5: Lecture optoélectronique des plans (scanning)
- UR 6: Statistiques (rapport de gestion)
- UR 7: Fichiers
- UR 8: Autres plans
- UR 9: Division de construction, établissement de projets
- UR 10: Division de construction, planification.

9 Realisierungseinheiten

Grafico wird in kleine übersichtliche, in vernünftiger Zeit einföhrbare Realisierungseinheiten (RE) unterteilt. Diese basieren einerseits auf logischen Zusammenhängen und andererseits auf wirtschaftlichen Aspekten. Beachtet werden zusätzlich lern- und anwenderfreundliche Einflüsse. In der Reihenfolge sind nur die Realisierungseinheiten 1...3 endgültig festgelegt; die Folgeeinheiten können je nach Bedürfnissen untereinander vertauscht werden.

- RE 1: Digitalisieren und Nachführen der Situationspläne
- RE 2: Digitalisieren und Nachführen der schematischen Ortskabelpläne
- RE 3: Verknüpfungen Situation—Schema
- RE 4: Digitale Planübernahme
- RE 5: Scannen
- RE 6: Statistik (Geschäftsbericht)
- RE 7: Karteien
- RE 8: Übrige Pläne
- RE 9: Bauabteilung, Projektierung
- RE 10: Bauabteilung, Planung.

10 Datenerfassung

Unter der Datenerfassung versteht man die Übernahme von Informationen, sei es in grafischer oder numerischer Form, durch verschiedene Hilfsmittel zur Verarbeitung und Speicherung. Der Informationsfluss von der Erhebung bis zur Ausgabe kann vereinfacht nach *Figur 9* dargestellt werden. Bei der Datenerfassung unterscheidet man üblicherweise zwischen manuellen und automatischen Verfahren. Die manuelle Datenerfassung, die Digitalisierung, ist eine sehr einfache Technik, die weder Spezialisten für die Bedienung noch hohe Hardware-Investitionen bedingt. Dafür ist sie sehr zeitaufwendig und personalintensiv. Sie hat den Vorteil, dass gleichzeitig mit der Digitalisierung eine Erfassung der logischen Zusammenhänge möglich ist. Die halb- oder vollautomatische Datenerfassung basiert auf dem Einsatz von automatischen Einlese- oder Abtastvorrichtungen, sogenannten Scannern. Die beiden Verfahren unterscheiden sich durch den Grad der eindeutigen Identifizierung der grafischen und alphanumerischen Informationen und deren Zuordnung in Datenebenen. Bereits heute offerieren Spezialfirmen Programme, die in der Lage sind, grafische Elemente zu unterscheiden und alphanumerische Informationen zu entziffern. *Figur 10* zeigt in einem Flussdiagramm die Wege der Datenübernahme bei Digitalisier- und Scanningsystemen.

Die automatische Planerkennung löst die einzelnen Bildelemente entsprechend einer Matrix in Punkte (Pixel) auf. Es entsteht ein Rasterbild, das in einem nächsten Schritt in Vektoren umgewandelt wird (*Fig. 11*). Der Vektorisierungsprozess ist zeitaufwendig und benötigt daher viel Computerleistung. In einem weiteren Schritt werden einzelne Vektoren zu Bildelementen zusammengefasst und der Datenstruktur zugeordnet. Die Selektionskriterien für die Zuordnung sind gewisse geometrische Merkmale wie Strichbreiten, Stricharten, Symbole aber auch Flächen, Kreise usw. Bei der Erkennung von Schriften, besonders von Handschriften, kann ein interaktives Erkennungstraining vorgeschaltet werden. Das System übt dann an einem Schriftmuster so lange, bis es den Text fehlerlos erkennt.

10 Saisie des données

Par saisie des données, on entend la reprise d'informations à des fins de traitement et de mémorisation à l'aide de divers moyens, tant sous forme graphique que sous forme numérique. Le flux d'informations entre la saisie et l'édition est représenté de manière simplifiée à la *figure 9*. Dans la saisie des données, on fait d'ordinaire une distinction entre le procédé manuel et le procédé automatique. La saisie manuelle des données, la numérisation, est une technique très simple, qui ne demande ni spécialistes ni gros investissements matériels. Elle prend en revanche beaucoup de temps et exige un personnel nombreux. Elle a l'avantage de permettre, en même temps que la numérisation, une classification des relations logiques entre les données. La saisie automatique ou semi-automatique est fondée sur l'emploi de dispositifs automatiques de scrutiny ou de balayage, appelés «scanners». Les deux procédés se différencient par le degré d'identification sans équivoque des informations graphiques et alphanumériques et par leur affectation à un niveau de données. Aujourd'hui déjà, des maisons spécialisées offrent des programmes capables de différencier les éléments graphiques et de déchiffrer des informations alphanumériques. La *figure 10* montre sur un diagramme de flux le cheminement des opérations de saisie de données pour les systèmes de numérisation et de lecture optoélectronique des plans.

Dans la reconnaissance automatique de plans, le scanner analyse les divers éléments d'image selon une matrice de points (Pixels). On obtient une image tramée qui est transformée en vecteurs lors de l'étape suivante (*fig. 11*). Ce processus exige beaucoup de temps et une large mise à contribution de moyens informatiques. Au cours d'une autre étape, les divers vecteurs sont rassemblés en éléments d'image et affectés à la structure de données.

Les critères de sélection servant à cette affectation sont certaines caractéristiques géométriques, telles que la largeur et le genre des traits, les symboles, mais aussi les surfaces, les cercles, etc. Dans la reconnaissance des écritures, particulièrement des écritures manuscrites, il est possible de faire précéder le processus proprement dit d'un entraînement de reconnaissance interactif. Le système s'entraîne alors à lire un spécimen d'écriture jusqu'à ce qu'il soit capable de déchiffrer le texte sans erreurs.

Tant pour la numérisation que pour la lecture optoélectronique, on ne saurait se passer d'un posttraitement interactif sur station d'édition. Même en cas de structuration automatique, un certain nombre d'informations impossibles à affecter sans équivoque subsistera toujours, par exemple un élément rattaché à plusieurs éléments d'image, ce qui exigera une opération manuelle subséquente. La méthode la plus économique de saisir les données dépend de divers facteurs, à savoir:

- la qualité de l'original
- la qualité requise de la représentation
- la densité d'informations.

En plus de l'examen des critères concernant la possibilité d'utiliser le scanner pour la lecture optoélectronique des documents, il y a lieu de savoir encore s'il s'agit

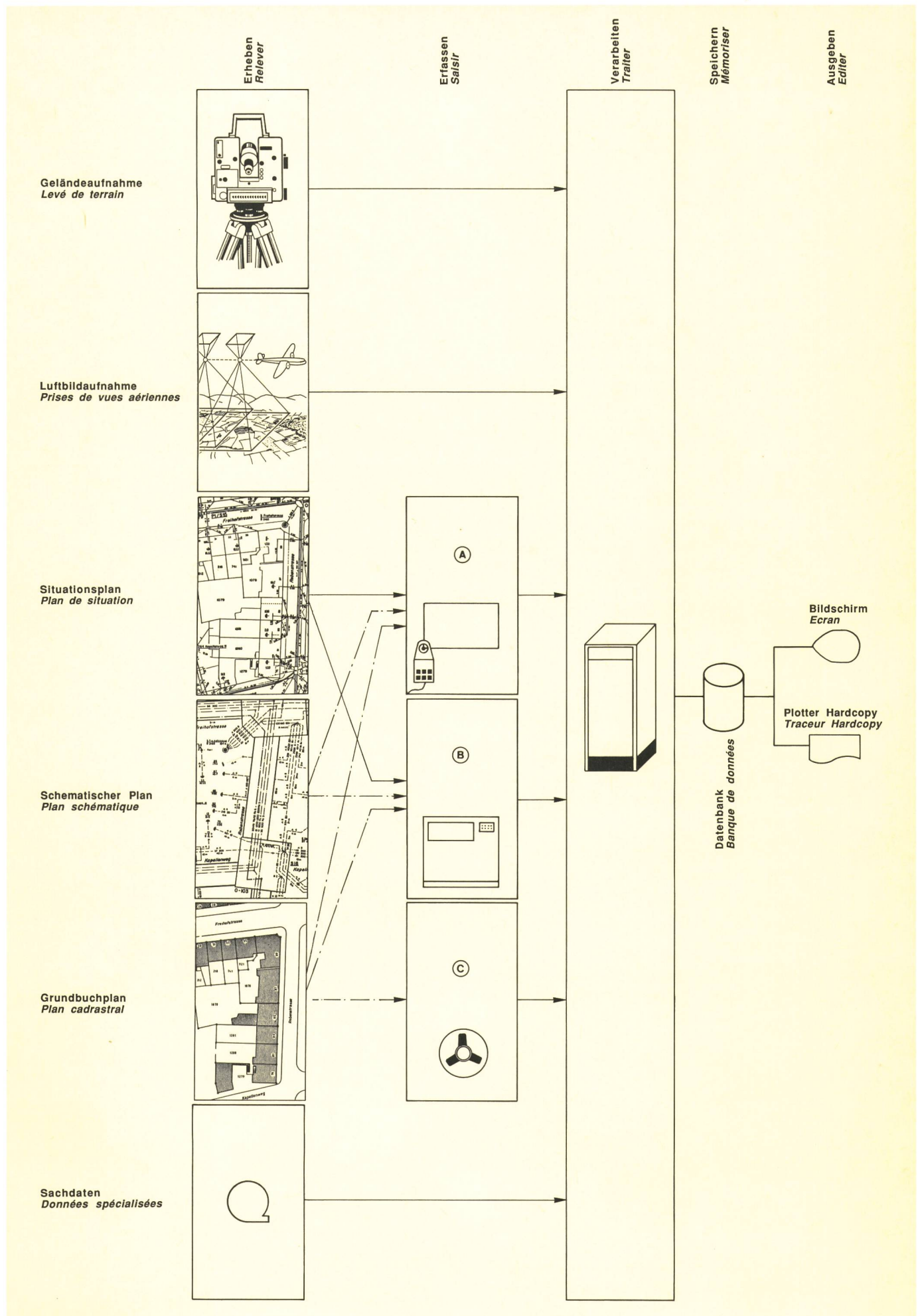


Fig. 9
Datenerfassung – Saisie des données

Ⓐ Digitalisieren – Numérisation
Ⓑ Scannen – Lecture optoélectronique

Ⓒ Digitale Übertragung – Transmission de données en forme numérique

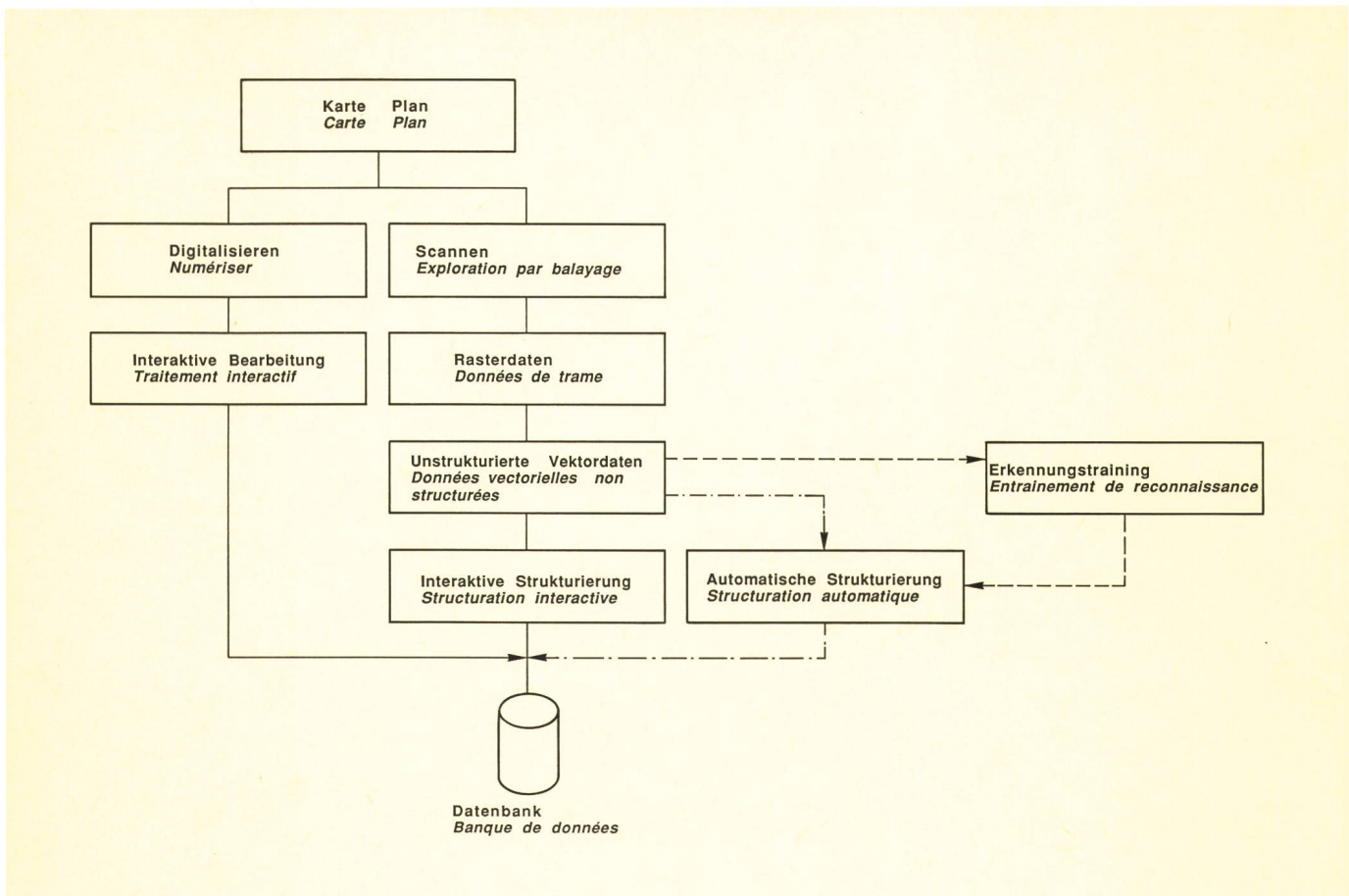


Fig. 10
Datenübernahme – Saisie des données

Beim Digitalisieren wie auch beim Scannen ist die interaktive Nachbearbeitung auf Editierstationen kaum zu umgehen. Selbst bei automatischer Strukturierung wird ein Restbestand von nicht eindeutigen Zuordnungen, z. B. ein Element, das mehreren Bildelementen angehört, nachzuvollziehen sein.

Welche Methode der Datenerfassung am wirtschaftlichsten eingesetzt wird, hängt von der

- Qualität der Vorlage
- Qualität der Darstellung
- Informationsdichte ab.

Neben diesen Scanner-Einsatzkriterien stellen sich für die PTT weitere Fragen bezüglich der Datenerfassung der Basispläne:

- Inselplan
- Rasterplan
- Güterzusammenlegung
- Leitungskataster
- andere Werke.

Unter die vollautomatische Datenerfassung zählt man auch den Informationstransfer von digitalen Vermessungsdaten. Sie können mit Disketten, Bändern, über Telefon- oder Datenleitung übermittelt werden, wobei als Kriterien für die Übertragungsart zu beachten sind: die Anzahl und die Frequenz der zu übermittelnden Daten, die Datenstruktur, die Zugriffszeit, die Entfernung zwischen Ein- und Ausgabe, die Kosten usw. Die PTT-Betriebe beginnen zunächst mit der Datenerfassung durch Digitalisieren, weil

- d'un plan d'îlot,
- d'un plan tramé,
- d'un remaniement parcellaire,
- d'un cadastre des conduites,
- d'autres réseaux.

Le transfert d'informations concernant les données de mensuration numérisées fait aussi partie de la saisie automatique des données. Ces dernières peuvent être transmises à partir de disquettes ou de bandes magnétiques par le biais de circuits téléphoniques ou de données, étant entendu que certaines conditions doivent être respectées pour le choix du mode de transmission, telles que le volume des données à transmettre et la fréquence des transmissions, la structure des données, le temps d'accès, la distance entre les postes d'entrée et de sortie, les coûts, etc. L'Entreprise des PTT commence la saisie des données par la numérisation, pour les raisons suivantes:

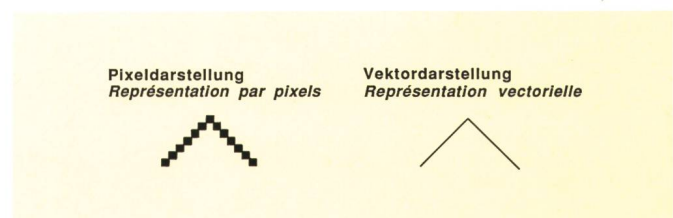


Fig. 11
Pixeldarstellung und Vektordarstellung – Représentation par pixels et par vecteurs

- die Einführung der Mitarbeiter in die neue Art der Planbearbeitung einfach und stufenweise vorgenommen werden kann
- die Planunterlagen teilweise sehr dichten Informationsgehalt aufweisen
- die Scanningsysteme in ein bis zwei Jahren so weit entwickelt sein werden, dass auch die Leitungsinformationen automatisch zugeordnet werden können.

11 Erstdatenerfassung

Für die Erstdatenübernahme ist grundsätzlich keine in sich abgeschlossene Phase geplant. Die Übernahme der Daten soll netzweise, zum Zeitpunkt ausgedehnter Neu- und Umbauten sowie bei planbeeinflussenden Arbeiten erfolgen, etwa bei Neuvermessungen, Leitungskataster-einführungen, Güterzusammenlegungen. Es handelt sich somit nicht um eine Erstdatenerfassung im üblichen Sinn. Der in *Figur 12* dargestellte zeitliche Ablauf der Datenerfassung basiert auf

- den Bearbeitungszeiten aus Versuchen mit der Mietanlage
- den praktischen Versuchen auf einem Scanning-System der Firma Sysscan in München
- der Anzahl heute vorhandener Pläne
- einer jährlichen Zunahme von neuen schematischen Plänen und Situationsplänen
- dem Abschluss der Parzellarvermessung im Jahr 2000
- der stets steigenden Zahl von digitalen Grundbuchplänen
- dem Einsatz des vorhandenen Personals im Zeichnungsbüro der Abteilung Leitungsnetze in den FKD.

12 Zusammenarbeit mit Geometern und Vermessungsämtern

Mit der Einführung der EDV in der Vermessung und artverwandten Applikationen werden die unterschiedlichen Bedürfnisse hinsichtlich Masstab, Format, Insel- oder Rasterplanwerk problemlos abgedeckt. Ziel der PTT ist es, die nötigen Vermessungsdaten in vollnumerischer Form zu übernehmen und auch zu aktualisieren. Als minimale Basisdaten für deren Situationspläne gelten:

- Fixpunkte
- Parzellengrenzen
- Gebäude, Gebäudenummern
- unterirdische Bauten und Anlagen
- Ortsnamen.

Sind die Vermessungsdaten nicht oder nur in teilnumerischer Form verfügbar, wird die Erstdatenerfassung unter den Benützern zu koordinieren sein. Besondere Beachtung ist der Nachführung zu schenken. Sie muss, ob konventionell oder mit EDV, jederzeit gewährleistet sein.

13 Datenbank

Die Datenbank nimmt im Projekt Grafico eine zentrale Bedeutung ein. Nebst den rein grafischen Daten ist eine beträchtliche Menge alphanumerischer Daten zu verwalten. Die grafischen Daten umfassen zwei Planwerke, den Situations- und den Schemaplan, die sich geografisch nicht genau überdecken. Die Verknüpfungen dieser beiden Plantypen wird über die alphanumerischen

- l'initiation des collaborateurs à la nouvelle méthode de traitement des plans est simple et peut être faite progressivement;
- la densité d'informations d'une partie des plans est élevée;
- d'ici un à deux ans, les systèmes de lecture optoélectronique seront à tel point perfectionnés que les informations concernant les conduites pourront également être affectées automatiquement.

11 Première saisie des données

En principe, la première saisie des données ne fait l'objet d'aucune phase nettement circonscrite. Cette opération doit se faire par réseau, au moment de nouvelles installations ou d'extensions étendues, ainsi que lors de travaux ayant une influence sur le contenu des plans, par exemple lors de nouvelles mensurations, de l'introduction de cadastres de conduites ou à l'occasion de remaniements parcellaires. Il ne s'agit donc pas d'une première saisie des données au sens usuel du terme. Le déroulement dans le temps de la saisie des données représenté à la *figure 12*, est fondé sur

- les temps de traitement mesurés lors d'essais avec l'installation louée
- les essais pratiques avec un système de lecture optoélectronique de la maison Sysscan à Munich
- le nombre de plans actuellement disponibles
- l'accroissement annuel du nombre de nouveaux plans schématiques et de nouveaux plans de situation
- la clôture de la mensuration parcellaire en l'an 2000
- le nombre sans cesse croissant de plans cadastraux numérisés
- l'emploi du personnel disponible au bureau de dessin de la Division «Réseaux de lignes» de la DAT.

12 Coopération avec les géomètres et les offices de mensuration

Par l'introduction de l'informatique dans les mensurations et les applications annexes, on est parvenu à répondre sans difficultés aux besoins divers que posent l'échelle, le format, les plans délimités par une trame et

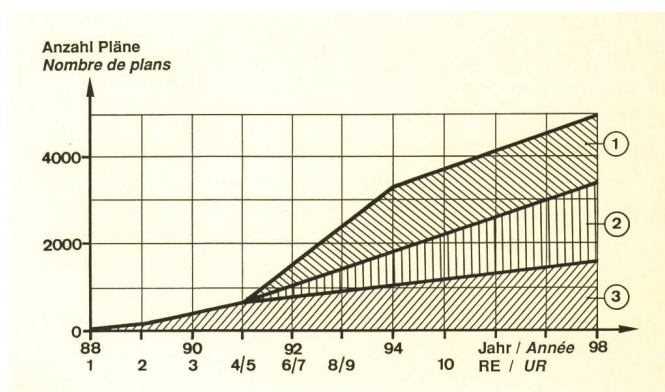


Fig. 12
Zeitlicher Ablauf der Datenerfassung bei einer mittleren FKD – Déroulement temporel de la saisie des données dans une DAT moyenne
① Scannen – Lecture optoélectronique des plans (Scanning)
② Digitale Planübernahme – Reprise numérique des plans
③ Digitalisierung: Ersterfassung, Nachführung – Numérisation: première saisie, tenue à jour

Fenster 1 Situation
Fenêtre 1 Situation

Fenster 2 Schema
Fenêtre 2 Schéma

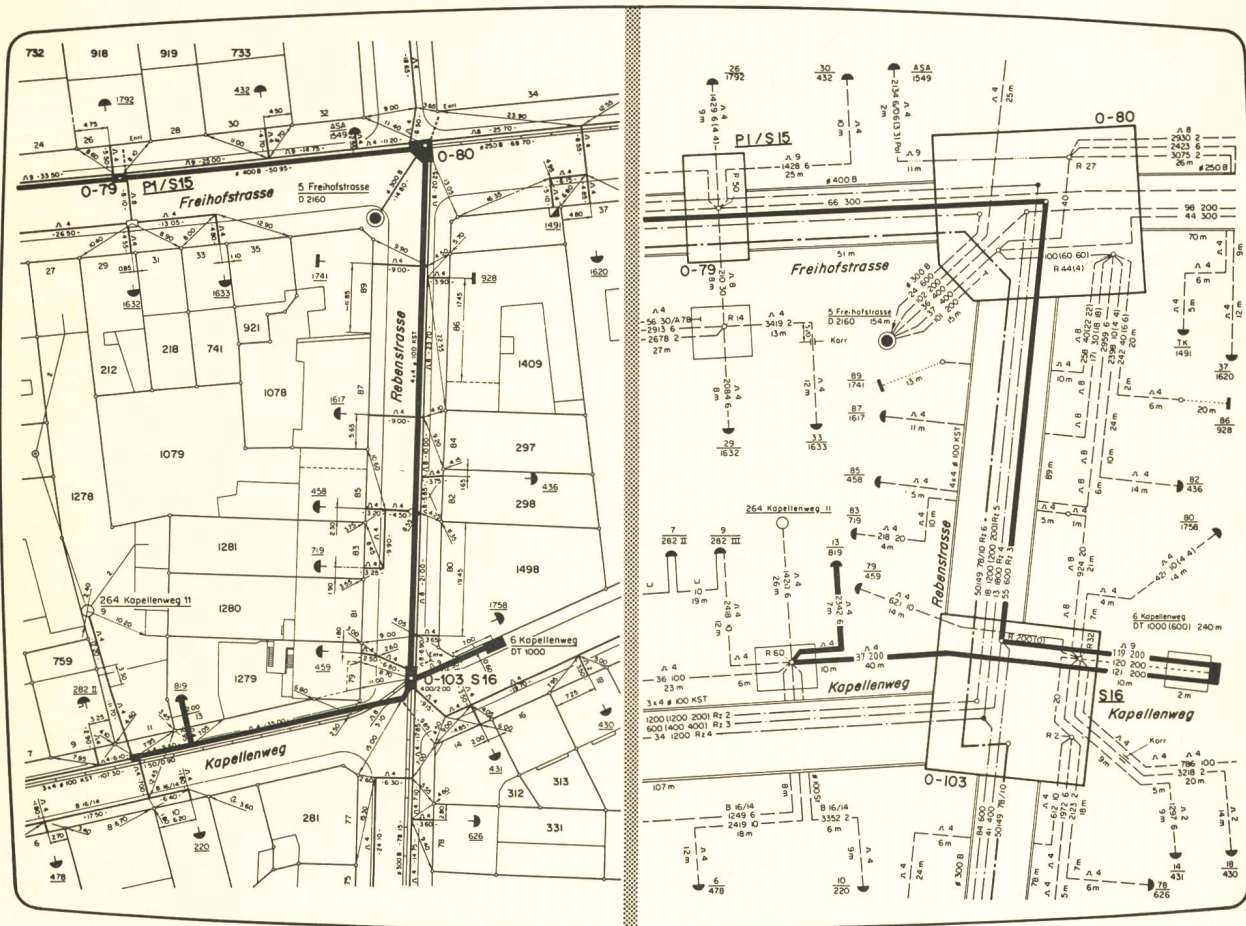


Fig. 13
Erkennung der Leitungsführung – Reconnaissance du tracé des conduites

Daten sichergestellt. Aus Benützersicht stehen zwei Forderungen an die Datenbank im Vordergrund:

- kurze Antwortzeiten
- Flexibilität.

Aus technischer Sicht sind zwingend folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Sicherheit
- keine Redundanz
- Konsistenz.

Die Daten werden innerhalb eines Ortsnetzes ohne Blattschnitt verwaltet. Die grafischen Daten sind nach Ebenen (layers) eingeordnet, um automatisch selektive und generalisierte Pläne herzustellen (Fig. 14). Die alphanumerischen Daten werden entsprechend den verschiedenen Bedürfnissen über eine Query-Language betrachtet oder ausgedruckt. Verlangt wird eine relationale Datenbank; konventionelle File-Verwaltungssysteme oder Datenbanken älterer Generationen sind kaum in der Lage, den hohen Anforderungen zu genügen.

Verknüpfungen zwischen Daten des Schema- und des Situationsplanes beruhen auf der Identifikation der Anlageelemente. Im Grafico muss der Leitungsverlauf – zum Beispiel bei Bezeichnung eines Teilnehmeran-

les plans d'îlots. Les PTT s'étaient fixé comme objectif, non seulement de reprendre les données entièrement numérisées nécessaires aux mensurations, mais aussi de les actualiser. Les données de base minimales pour l'élaboration de plans de situation sont:

- les points fixes
- les limites des parcelles
- les bâtiments et numéros des bâtiments
- les constructions et installations souterraines
- les noms des localités.

Si les données de mensuration ne sont pas disponibles ou si elles ne le sont que sous forme partiellement numérisée, la première saisie des données doit être coordonnée entre les utilisateurs. On accordera une importance particulière à la tenue à jour. Cette dernière doit être garantie en tout temps, qu'il s'agisse d'une saisie par des moyens classiques ou informatiques.

13 Banque de données

La banque de données revêt une importance primordiale pour le projet Grafico. Outre les données purement graphiques, il est nécessaire de gérer une quantité considérable de données alphanumériques. Les données gra-

schluss – über sämtliche Anlagenteile bis zur Zentrale in der Situation und im Schema automatisch angezeigt werden; und dies, obwohl die beiden Pläne nicht dekungs-gleich sind (Fig. 13).

14 Hardware-Konfiguration

1985 wurde für das Konzeptdokument Grafico eine Hardware-Konfiguration ausgearbeitet, die auf einem Computer je Fernmeldekreisdirektion basierte. Die Ankündigung leistungsstarker, preisgünstiger Mikrocomputer führte zu neuen Konfigurationsüberlegungen. Vorge-sehen ist nun für jede FKD ein Rechner mit sehr grossem Speicher für die Datenverwaltung, die Zeichnungsaufbereitung mit Plotter und die Datensicherung. Die Arbeitsstationen verfügen über eigene Rechner mit lokalem Speicher für die eigentliche Planbearbeitung. Diese Rechner sind über ein LAN (local area network) mit dem Datenverwaltungsrechner verbunden. Damit trägt das Grafico-Konzept der künftigen Entwicklung mit lokaler Intelligenz voll Rechnung. Die Konfiguration erlaubt ferner einen gestaffelten, sehr flexiblen, den Bedürfnissen angepassten Ausbau des Systems (Fig. 15).

phiques englobent deux recueils de plans, les plans de situation et les plans schématiques, qui ne coïncident pas exactement du point de vue géographique. La combinaison de ces deux types de plans est assurée par les données alphanumériques. Deux exigences sont primordiales, lorsqu'on utilise une banque de données, à savoir

- la brièveté des temps de réponse, et
- la souplesse.

Du point de vue technique, il est impératif de prendre en considération:

- la sécurité
- l'absence de redondance
- la concentration.

A l'intérieur d'un réseau local, aucune limitation géographique ou de plan cadre n'entrave la gestion des données. Les données graphiques sont groupées par couches (layers), aux fins d'un établissement automatique de plans sélectifs et généralisés (fig. 14). Les données alphanumériques sont affichées ou imprimées selon la méthode «Query-Language». Les utilisateurs exigent une banque de données relationnelle, car les sys-

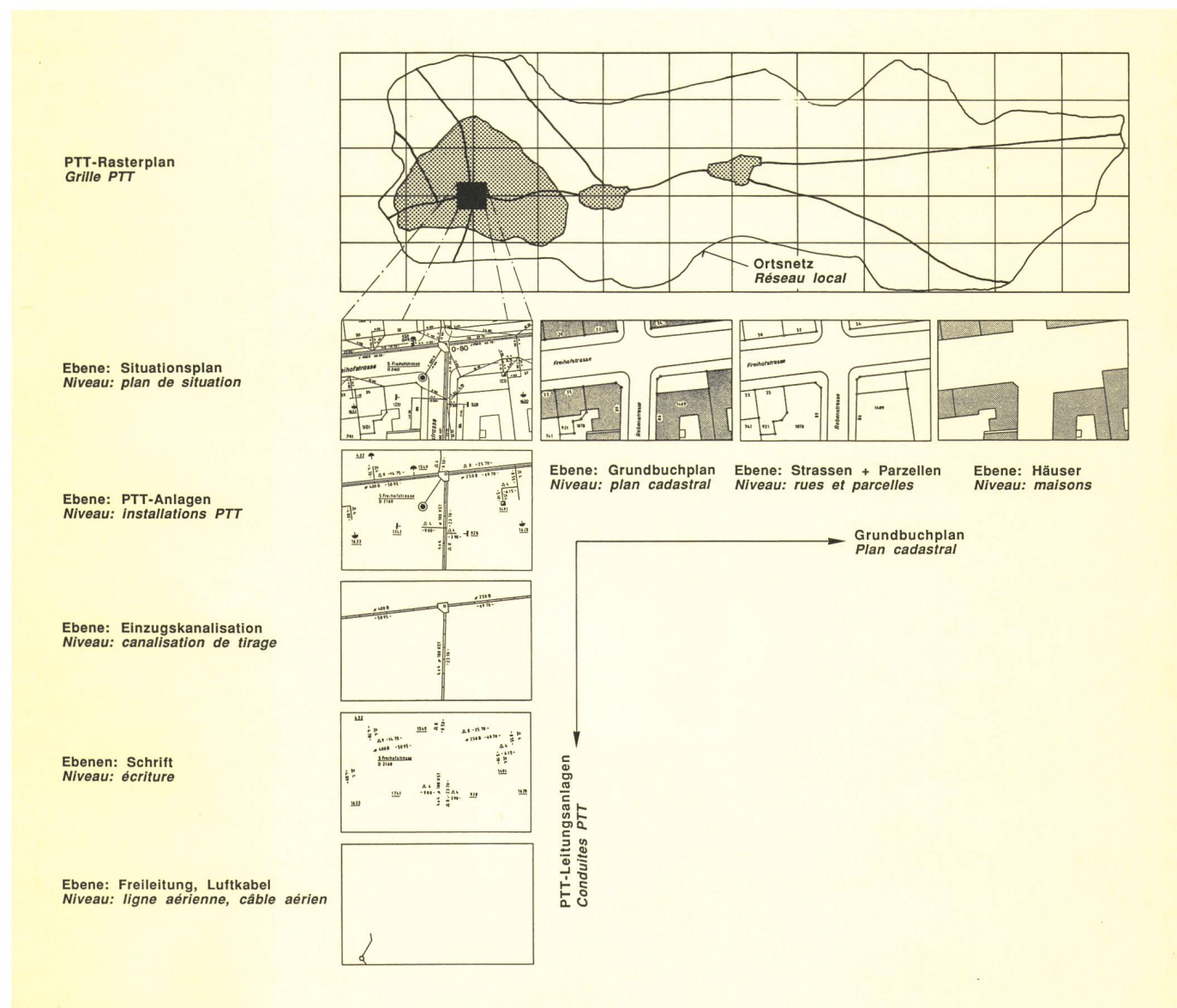


Fig. 14 Blattschnittlose geografische Datenbasis und Ebenenprinzip – Base de données géographiques et principe des plans non cadrés

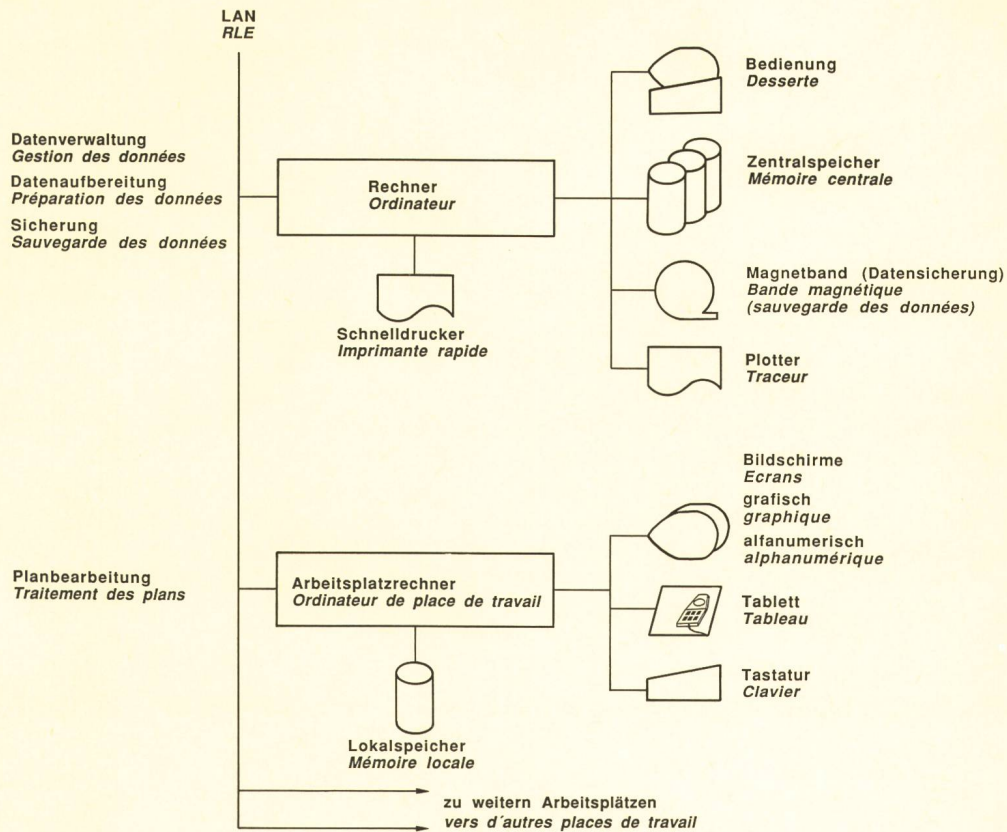


Fig. 15
Hardware-Konzept – Conception du matériel

15 Wirtschaftlichkeitsanalyse

EDV-Projekte sollten spätestens nach fünf Jahren verwirklicht sein. Ein Grossprojekt muss aufgeteilt werden, so dass Teilprojekte als in sich geschlossene Gebilde operationell bleiben. Die relativ kurze Realisierungszeit hat zwei Gründe. Wir rechnen heute mit einem Technologiewandel alle fünf Jahre. Überdauert ein Projekt diese Zeitspanne, so ist es technologisch veraltet; man muss von neuem beginnen. Im weitern handelt es sich um ein psychologisches Problem, weil bei vollem Einsatz der Mitarbeiter die Motivation ohne Erfolgsergebnis nach kurzer Zeit schwindet.

Desgleichen erwartet man, dass ein EDV-Vorhaben nach fünf Jahren einen Rationalisierungsgewinn zur Folge hat. Bei der Suche nach quantifizierbaren Vorteilen stösst man mangels vergleichbarer Werte bei wirklich neuen Applikationen bald einmal auf Schwierigkeiten. Die vielen nicht quantifizierbaren Vorteile nimmt der Finanzfachmann wohl entgegen, sie geben ihm aber keine genügende Beurteilungsgrundlage.

Wie kann im Rahmen dieses Spannungsfeldes eine zuverlässige Wirtschaftlichkeitsanalyse aufgestellt werden? Schon mehrmals ist auf den Unterschied eines CAD-Projektes gegenüber einem üblichen Karteienproblem hingewiesen worden. CAD-Mapping-Anwendungen sind für die Einhaltung der erwähnten Wirtschaft-

tèmes traditionellen de gestion de fichiers ou les banques de données de l'ancienne génération ne sont guère en mesure de répondre aux exigences élevées. Les combinaisons entre les données du plan schématique et celles du plan de situation sont fondées sur l'identification des éléments de l'installation. Dans le Grafico, le tracé des conduites passant par tous les éléments de l'installation d'un raccordement d'abonné jusqu'au central doit être automatiquement indiqué sur le plan de situation et sur le plan schématique (fig. 13).

14 Configuration des matériels

En 1985, une configuration des matériels a été élaborée pour le document de conception du système Grafico dans l'hypothèse qu'un ordinateur serait attribué à chaque Direction d'arrondissement des télécommunications. L'avènement de micro-ordinateurs performants et avantageux a permis de définir une nouvelle configuration. Il est maintenant prévu d'installer un calculateur associé à une mémoire de très forte capacité pour la gestion des données, le conditionnement des dessins et la sauvegarde des données dans chaque DAT. Les stations de travail disposent de leur propre processeur équipé d'une mémoire locale pour le traitement des plans proprement dit. Ces processeurs sont reliés au calculateur de gestion des données à travers un réseau

lichkeitsregel besonders ungeeignet. Zum einen bestehen sehr grosse Datenmengen, die vorerst erfasst und in geeigneter Form gespeichert werden müssen, zum andern ist die Datenerfassung heute noch äusserst zeitaufwendig. Im Projekt Grafico rechnen wir mit einer Erfassungszeit der bestehenden Daten von 10 Jahren, weil dazu kein zusätzliches Personal zur Verfügung steht. Unter die quantifizierbaren Vorteile fallen u. a.: die Aktualität des Planwerkes, die rationelle Aus- und Nachführung von abgeschlossenen Bauarbeiten, massstabunabhängige, blattschnittlose Darstellung, keine Planerneuerungen, Projektieren in Varianten. Als nicht quantifizierbare Vorteile werten wir Sicherheit, Zugriffsschutz, Datenaustausch und Datenübernahme in digitaler Form.

Die stufenweise Beschaffung von Hard- und Software sowie die Gewichtung möglichst aller Rationalisierungseffekte führt schliesslich bei einer Betrachtungsperiode von 12 Jahren zu einem Rationalisierungsgewinn.

Das Wirtschaftlichkeitsdiagramm *Figur 16* zeigt, dass die Grafico-Investitionen bereits von 1989 an Einsparungen zeitigen werden. Die für das Projekt notwendigen Kosten und Investitionen überwiegen jedoch während langen Jahren. Erst gegen die Jahrhundertwende, zwischen 1997 und 1998, wird der Punkt erreicht, an dem sich Einsparungen und Kosten die Waage halten. Danach sind wesentliche Einsparungen zu erwarten.

16 Wahl des Systemlieferanten und Generalunternehmers

Über die Beschaffungsprobleme von EDV-Hard- und -Software fehlt es in der Fachpresse nicht an Ratschlägen oder Verhaltensregeln. Was aber noch viel effizienter wirkt, ist die Erfahrung und Kenntnis im neuen Applikationsbereich. Mit dem Betrieb eines gemieteten Testsystems konnte die Grafico-Equipe nicht nur praktische Arbeitsmethoden testen, sondern auch systemtechni-

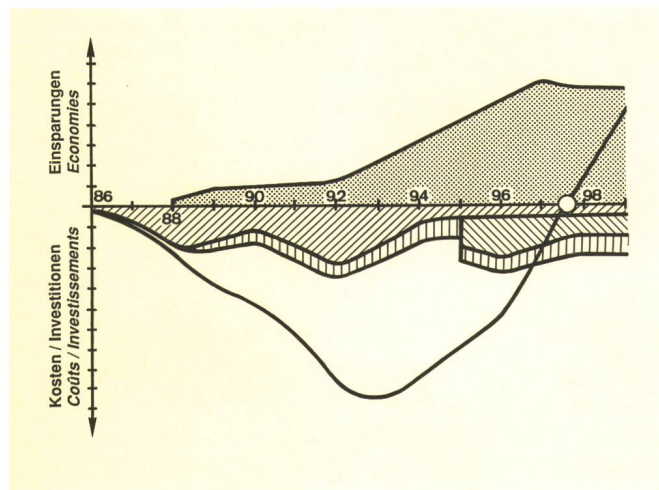


Fig. 16
Wirtschaftlichkeitsdiagramm – Diagramme de rentabilité

- Einsparungen – Economies
- Investitionen Hardware + Software – Investissements matériels + logiciels
- Kosten – Coûts
- Erneuerungen – Renouvellements
- Break even point
- Kosten/Einsparungsentwicklung – Evolution des coûts/économies

local d'entreprise (RLE). La conception du Grafico tient de ce fait entièrement compte du développement futur d'ensembles informatiques dotés d'une intelligence locale. Une telle configuration permet une extension échelonnée et très souple du système en fonction des besoins (*fig. 15*).

15 Analyse de rentabilité

Les projets informatiques devraient être réalisés en l'espace de cinq ans au plus. En principe, un grand projet doit être subdivisé de manière que les projets partiels restent opérationnels en tant qu'entités bien distinctes. Le temps de réalisation relativement bref a été choisi pour deux raisons. On s'attend aujourd'hui à une évolution des technologies dans des intervalles de cinq ans. Un projet mené pendant une période plus longue est technologiquement dépassé et doit être repris dès le début. De plus, il y a lieu de résoudre un problème psychologique, étant donné que la motivation des collaborateurs fléchit au bout d'un certain temps si, malgré leur zèle, leurs travaux ne sont pas couronnés de succès.

En outre, on s'attend qu'un projet informatique engendre un gain, par un effet de rationalisation, après cinq ans environ. Dans la recherche d'avantages quantifiables, on se heurte à des difficultés, en raison du manque de valeurs de référence, quand il s'agit d'applications réellement nouvelles. Le spécialiste en matière financière accepte bien de tenir compte des nombreux avantages non quantifiables, mais ils ne lui fournissent pas une base d'appréciation suffisante.

Comment peut-on procéder à une analyse de rentabilité fiable malgré les problèmes évoqués? La différence entre un projet d'automatisation CAO et la simple mise sur ordinateur d'un fichier a été souvent mentionnée. Les principes du calcul de rentabilité peuvent difficilement être appliqués au traitement des plans par CAO. D'une part, un volume important d'informations doit d'abord être saisi et mémorisé sous une forme appropriée et, d'autre part, la saisie des données prend aujourd'hui encore beaucoup de temps. Dans le projet Grafico, on estime à 10 ans la durée nécessaire pour saisir les données existantes, étant donné qu'on ne dispose pas de personnel supplémentaire. Parmi les avantages quantifiables, on compte notamment le degré d'actualité des plans, l'exécution et la mise à jour rationnelle des documents après l'achèvement des travaux, la possibilité d'obtenir des plans non cadrés à n'importe quelle échelle, la suppression du renouvellement des plans et l'établissement de projets en plusieurs variantes. En ce qui concerne les avantages non quantifiables, on peut citer la sécurité, la protection contre l'accès abusif aux données, l'échange de données et la saisie des données sous forme numérique.

La nécessité d'acquérir progressivement le matériel et le logiciel ainsi que de pondérer un nombre aussi élevé que possible d'effets rationalisateurs font que 12 ans peuvent s'écouler avant qu'apparaisse un gain imputable à la rationalisation.

Le diagramme de rentabilité de la *figure 16* montre que les investissements Grafico conduiront à des économies à partir de 1989 déjà. Cependant, les coûts et les inves-

sche Stärken und Schwächen kennenlernen. Die Evaluation des definitiven CAD-Mapping-Informationssystems für die PTT gliederte sich in vier Stufen:

- Auswerten der Offerten
- Besuche bei Anwendern
- Benchmarktests
- PTT interne und externe Experten.

Aus dem Auswahlverfahren der Mietanlage verblieben noch sieben mögliche potentielle Lieferanten. Diese wurden eingeladen, aufgrund eines Pflichtenheftes Offerten zu unterbreiten, die das gesamte Projekt mit mehreren Ausbaustufen und allen 10 Realisierungseinheiten einschliessen. Das Pflichtenheft wurde allen Offertstellern gemeinsam mit entsprechendem Kommentar abgegeben. Zusätzlich erläuterten wir die Anforderungen anhand einer Demonstration auf der Mietanlage.

Die Offerten wurden in vier Kriterienbereiche unterteilt:

- Soft- und Hardware (Applikation, System)
- Lieferant
- Kosten
- Hauptkriterien.

Für die Gewichtung und Bewertung kamen zwei Methoden zur Anwendung:

- Matrit
- Erfüllungsgrad.

Innerhalb der Gruppen Soft- und Hardware und Lieferant wurden die wichtigsten Einzelkriterien zusätzlich zu Hauptkriterien, sog. aggregierten Kriterien, zusammengestellt.

Mit Besuchen bei Anwendern wurde danach getrachtet, die Richtigkeit der Angaben in den Offerten zu erhärten. Besonderes Gewicht legte man dabei auf Unterstützung des Lieferanten bei der Einführung und bei neuen Softwarepaketen, die Anwenderfreundlichkeit sowie die Ergonomie der Arbeitsstationen.

Bei der Auswertung der Offerten zeigte sich, dass Benchmarktests nicht bei allen Anbietern möglich waren, weil

- einige Hersteller im genannten Zeitpunkt noch nicht in der Lage waren, die geforderten Tests durchzuführen (weil die offerierten Systeme erst in Entwicklung standen)
- Benchmarktests für Hersteller wie PTT sehr zeitaufwendig sind.

Die Benchmarktests beschränkten sich deshalb auf zwei Firmen und umfassten:

- Digitalisieren von Situations- und schematischen Plänen
- Generieren von Symbolen
- Programmieren von Arbeitsabläufen
- Nachführen
- Blattschnittlose Nachführung
- Verknüpfen von Daten der beiden Pläne
- Abfragen, statistische Auswertungen.

Bestimmte Tests führten die Firmen, andere die Grafico-Equipe durch.

tissements liés à ce projet seront pendant de longues années encore supérieurs aux avantages financiers qu'il procure. Ce n'est que vers la fin du siècle, entre 1997 et 1998, que l'on atteindra le point d'équilibre entre les économies et les coûts. On peut s'attendre ensuite à des économies substantielles.

16 Choix des fournisseurs du système et de l'entrepreneur général

La presse spécialisée n'est pas avare de conseils touchant l'acquisition des matériels et des logiciels. L'expérience et des connaissances approfondies dans le nouveau domaine sont cependant beaucoup plus efficaces. En exploitant un système d'essai pris en location, l'équipe Grafico a pu, non seulement tester des méthodes de travail pratiques, mais découvrir aussi les points forts et les points faibles du système. L'évaluation du système définitif de traitement des plans des PTT par CAO s'articule en quatre volets:

- analyse des offres
- visites de centres d'application
- tests «Benchmark»
- consultation d'experts des PTT ou d'autres organismes.

Après la procédure d'évaluation portant sur l'installation louée, sept fournisseurs potentiels sont restés en lice. Ils ont été priés de soumettre des offres aux PTT, en se fondant sur un cahier des charges englobant l'ensemble du projet et comprenant plusieurs étapes d'extension ainsi que 10 unités de réalisation. Ce cahier des charges a été remis en même temps à tous les candidats fournisseurs avec un commentaire approprié. Les exigences des PTT ont en outre été précisées au cours d'une démonstration faite sur l'installation louée.

Les offres ont été réparties en quatre domaines de critères:

- logiciels et matériels (application, système)
- fournisseur
- coûts
- critères principaux.

En ce qui concerne la pondération et l'évaluation, on a utilisé les deux méthodes suivantes:

- Matrit
- Degré d'adéquation.

Au sein des groupes de fournisseurs de logiciels et de matériels, on a réuni, en plus, les principaux critères individuels en critères dits «agrégés».

A l'occasion de visites effectuées chez certains exploitants de systèmes CAO, on s'est efforcé de confirmer l'exactitude des indications figurant dans les offres. A cet égard, l'accent a été mis sur l'assistance proposée par le fournisseur lors de l'introduction de nouveaux logiciels, sur le confort d'utilisation et sur l'ergonomie des postes de travail.

L'analyse des offres a révélé que les tests «Benchmark» ne pouvaient pas être réalisés par tous les fournisseurs, parce que

- les systèmes offerts étaient encore en cours de développement au moment considéré

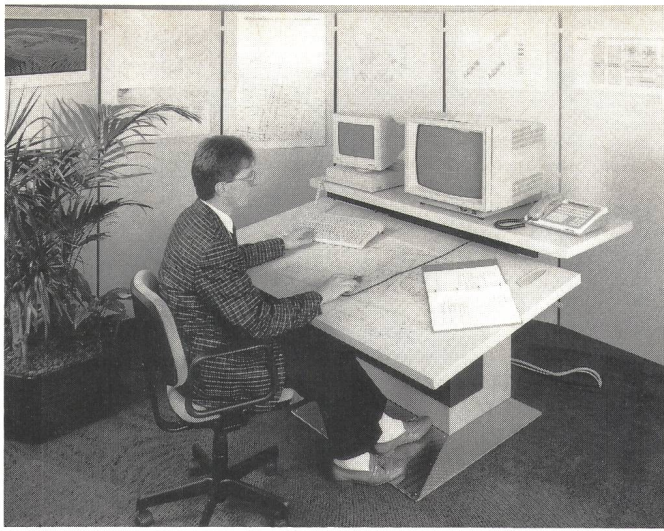


Fig. 17
Entwicklungs- und Pilotanlage – Installation de développement et installation pilote

Die Evaluation führte schliesslich zur Wahl des Produktes der Firma *Siemens-Albis AG*. Entwicklungs- und Pilotanlage (Fig. 17) werden entsprechend der Konfiguration in *Figur 18* beschafft.

17 Projektphase I

(Tab. II)

In Anbetracht der unter dem Stichwort Wirtschaftlichkeitsanalyse festgelegten operationellen Projektentwicklung wird für die Projektphase I des Grafico eine Zeitspanne von anderthalb Jahren vom Systemscheid an vorgegeben. Bis zu diesem Zeitpunkt muss die Realisierungseinheit 1, das Digitalisieren und Nachführen der Situationspläne im Pilot-Fernmeldekreis, eingeführt, optimiert und definitiv betriebsfähig sein. Die Projektoberleitung wird alsdann aufgrund der vorliegenden Resultate über das Weiterführen des Grafico entscheiden.

18 Grobplanung der Einführung Grafico der zehn Realisierungseinheiten

Die Grobplanung der Einführung Grafico in 10 Realisierungsschritten zeigt *Tabelle III*.

Tabelle II. Terminplan Phase I 1987/88

Tätigkeit	1987	1988
Beschaffung	***	
Detailspezifikationen (GD, GU)	*****	
Schulung Mitarbeiter Grafico	***	
Programmierung (GD, GU)	****	
Installation Entwicklungsanlage GD	*	
Test RE 1 auf GD-Anlage	****	
Schulung Mitarbeiter FKD Pilot	**	
Installation Pilotanlage FKD Pilot	*	
Betrieb Pilotanlage RE 1		*****
Bericht, Erfolgskontrolle		**
Entscheid, Genehmigung		*
Freigabe der Projektphase II		*
	← Projektphase I →	

- les tests «Benchmark» auraient pris trop de temps, tant pour le fabricant que pour les PTT.

De ce fait, ces tests n'ont été réalisés que par deux firmes. Ils ont porté sur les points suivants:

- numérisation des plans de situation et des plans schématiques
- génération des symboles
- programmation des phases de travail
- tenue à jour des plans non cadrés
- combinaison des données des deux types de plans
- interrogations, analyses statistiques.

Certains tests ont été réalisés par les entreprises, d'autres par l'équipe Grafico.

L'évaluation a finalement amené les responsables à choisir le produit de la maison *Siemens-Albis SA*. L'installation de développement et l'installation pilote (fig. 17) seront acquises selon la configuration représentée à la *figure 18*.

17 Phase I du projet

(tableau II)

Pour tenir compte du déroulement opérationnel du projet à la lumière de l'analyse de rentabilité, on a fixé que que la durée de la phase I du projet Grafico n'excéderait pas une année et demie à partir du moment où le système serait définitivement choisi. D'ici à cette date, l'unité de réalisation 1, à savoir la numérisation et la tenue à jour des plans de situation dans l'arrondissement des télécommunications pilote doivent être introduites, optimisées et définitivement prêtes à fonctionner. En se fondant sur ces résultats, la direction générale du projet décidera de la suite à donner au programme Grafico.

18 Planification sommaire de l'introduction du système Grafico en dix unités de réalisation

La planification sommaire de l'introduction du système Grafico en dix unités de réalisation ressort du *tableau III*.

Tableau II. Plans des délais de la phase I 1987/88

Activités	1987	1988
Acquisition	***	
Spécifications détaillées (DG, EG = entrepreneur général)	*****	
Instruction des collaborateurs Grafico	****	
Programmation (DG, EG)	****	
Mise en place de l'installation de développement DG	*	
Test UR 1 sur installation DG	****	
Instruction des collaborateurs de la DAT pilote	**	
Mise en place installation pilote DAT	*	
Exploitation installation pilote UR 1		*****
Rapport, contrôle des résultats		**
Décision, approbation		*
Feu vert à la phase II du projet		*
	← Phase du projet I →	

Tabelle III. Realisierungsplan der zehn Grafico-Einheiten

Realisierungseinheit	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Digitalisieren Situationspläne	RE 1							
Digitalisieren, schem. Ortskabelpläne		RE 2						
Verknüpfungen Situation/Schema			RE 3					
Digitale Planübernahme				RE 4				
Scannen				RE 5				
Statistik					RE 6			
Karteien					RE 7			
Übrige Pläne						RE 8		
Projektierung						RE 9		
Planung								RE 10

Tableau III. Plans de réalisation des 10 unités Grafico

Unités de réalisation	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Numérisation des plans de situation	UR 1							
Numérisation des plans schématiques des câbles locaux		UR 2						
Interconnexion Situation/schémas			UR 3					
Réprise numérique des plans				UR 4				
Lecture optoélectronique des plans				UR 5				
Statistique					UR 6			
Fichiers					UR 7			
Autres plans						UR 8		
Etablissement des projets						UR 9		
Planification								UR 10

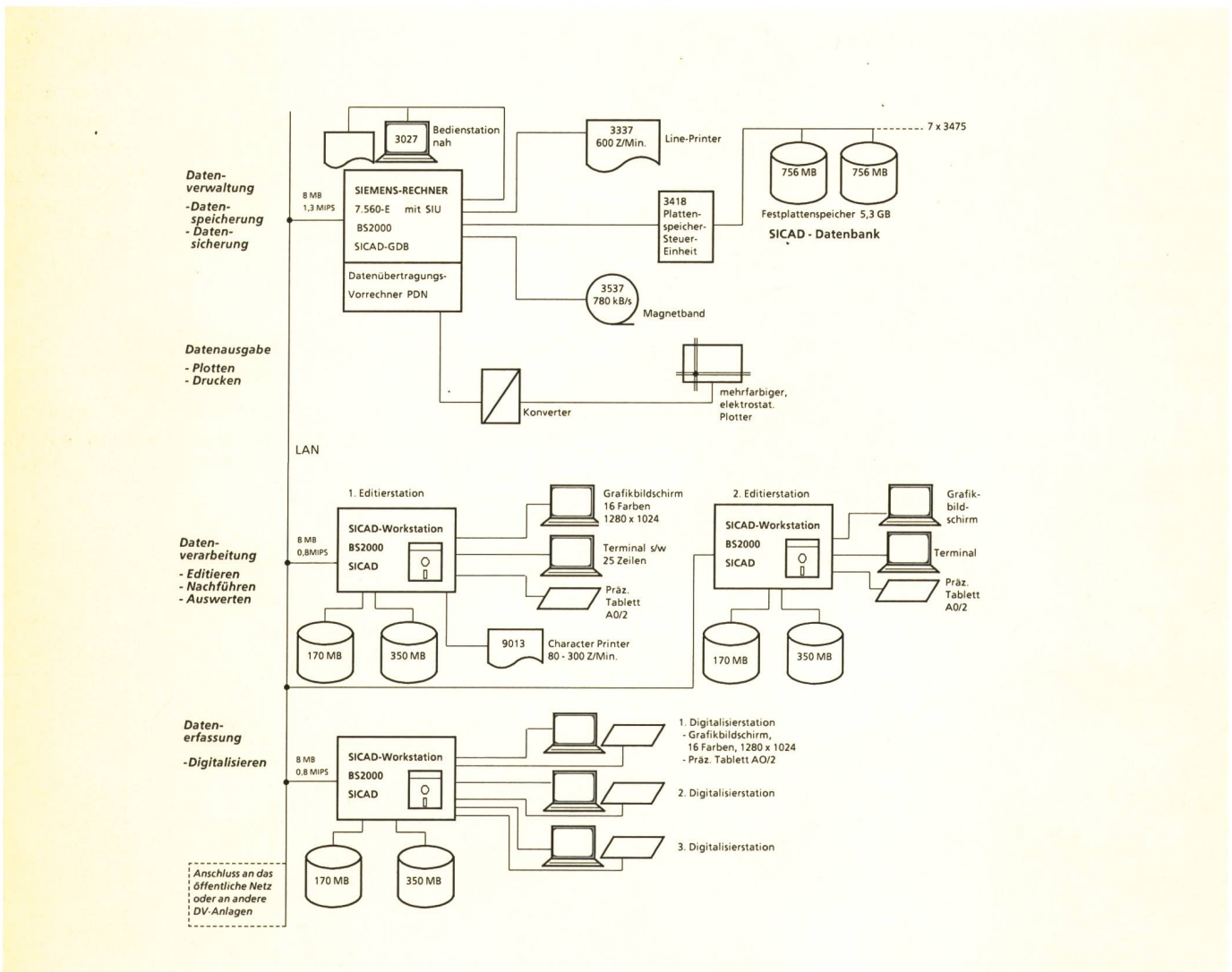


Fig. 18
Konfiguration Grafico
----- späterer Ausbau

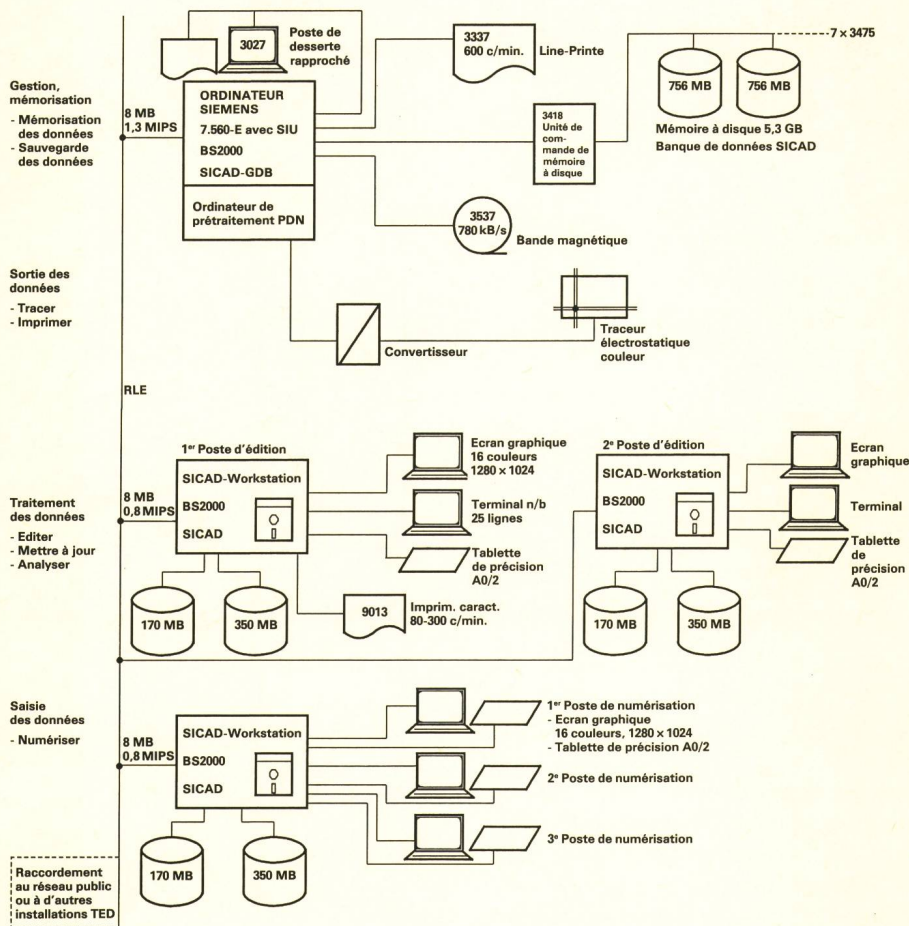


Fig. 18
Configuration Grafico
----- Extension future

19 Einführung

191 Infrastruktur

Die Infrastruktur umfasst die technischen und räumlichen Bedürfnisse für den Betrieb der Anlagen, wobei bereits in der Planungsphase der Endausbau zu berücksichtigen ist. Einplatzsysteme können meistens ohne besondere technische Massnahmen betrieben werden. Beim Grafico handelt es sich um ein Mehrplatzsystem mit ausserordentlich grossem Speicherbedarf. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die Daten über 24 Stunden und während sieben Tagen je Woche direkt zugänglich sein müssen.

Während die Arbeitsstationen in Büroräumen unter normalem Klima installiert und betrieben werden, ist für die Zentraleinheit, die Band- und die Diskstationen ein klimatisierter Raum vorzusehen. Die technischen Werte bestimmt der Systemlieferant. Zu berücksichtigen sind ferner entsprechende Sicherheits- und Zutrittsbestimmungen.

192 Schulung, Ausbildung

Von der Schulung und Ausbildung (Fig. 19) hängt weitgehend der Einführungserfolg und die Akzeptanz der

19 Introduction des systèmes

191 Infrastructure

L'infrastructure représente l'ensemble des équipements techniques et des locaux nécessaires pour exploiter les installations, attendu que l'état final de construction doit déjà être pris en compte au stade de la planification.

Il est en général possible d'exploiter les systèmes à un opérateur sans mesures techniques particulières. Le Grafico est un système multiopérateur nécessitant une capacité de mémorisation hors du commun. Il faut en outre tenir compte du fait que les données doivent être accessibles en direct 24 heures sur 24 durant 7 jours par semaine.

Alors que les postes de travail sont établis dans des bureaux bénéficiant de conditions climatiques normales, l'unité centrale, les dérouleurs de bandes magnétiques et les unités à disque dur doivent être installés dans un local climatisé. Le fournisseur du système définit les conditions à remplir en la matière. Il importe enfin de respecter les dispositions touchant la sécurité et le droit d'accès.

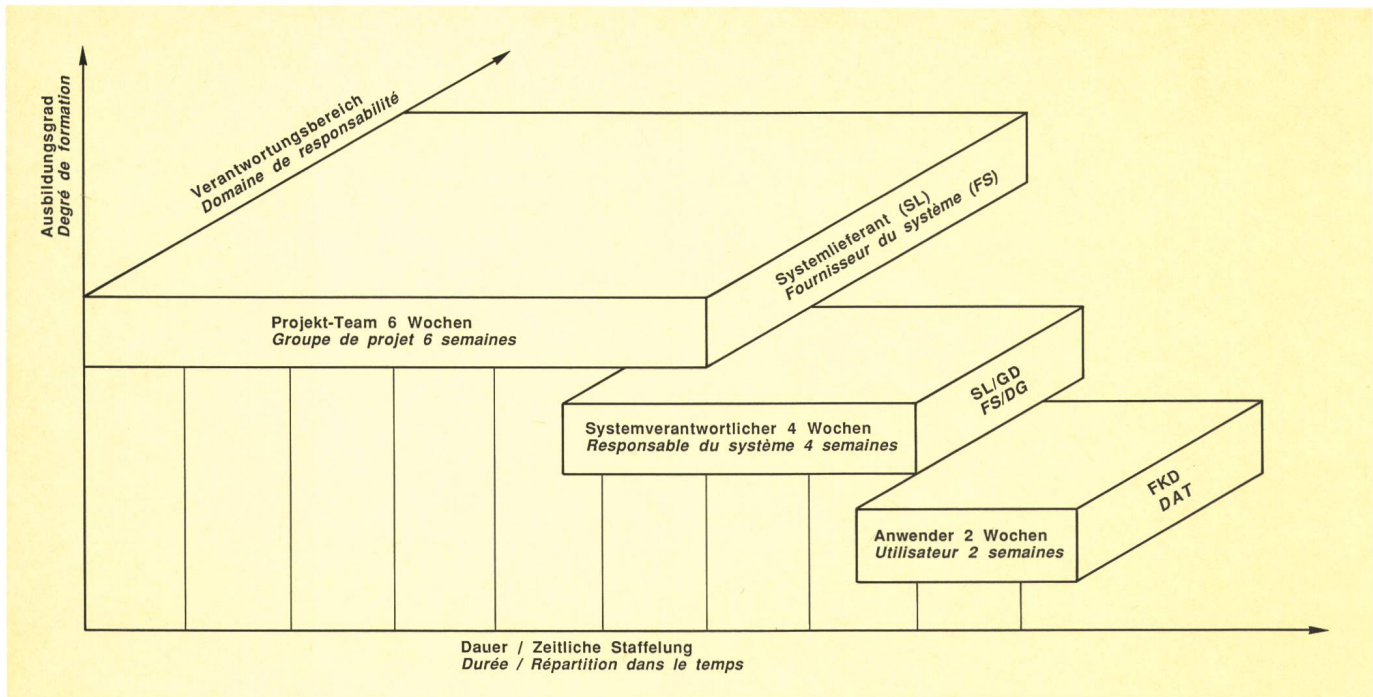


Fig. 19 Schulungs- und Ausbildungskonzept Grafico – Conception de l'instruction et de la formation Grafico

neuen Arbeitsmethoden ab. Die Schulung unterscheidet sich nach Ausbildungsgrad, Ausbildungszeitpunkt und Verantwortungsbereich. Das Projektteam muss in Systemkenntnissen und Programmierung eingehend geschult werden. Für die FKD-Systemverantwortlichen stehen nebst der praktischen Anwendung das Operating, die Fehlererkennung und -behebung sowie die Datensicherung im Vordergrund. Für die Anwender ist eine Basisausbildung in Informatik und eine gründliche Einführung in die praktische Anwendung vorgesehen.

20 Schlussbetrachtung

Der Neuheitsgrad der CAD-Applikation Grafico und die Komplexität des Projektes verlangen Begeisterung und einen ausserordentlichen Einsatz. Innerhalb von 12 Jahren soll das PTT-Leitungsinformationssystem vollumfänglich realisiert sein. Obwohl bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse vom heutigen Stand der Technik ausgegangen wird, lassen die stufenweise Realisierung sowie die Hard- und Softwarebeschaffung soviel Spielraum, dass wir der rasanten Entwicklung auf dem Gebiet der EDV in verantwortbarem, vernünftigen Masse folgen können.

Bibliographie

- [1] Messmer W., Projekt RAV. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik. – Zürich, 85 (1987) 3, S. 107
- [2] Siemens-Albis AG. Dokumentation über SICAD – Siemens Computer Aided Design.

192 Instruction, formation

Le succès de l'introduction et l'accueil qui sera réservé aux nouvelles méthodes de travail dépendent dans une large mesure de l'instruction et de la formation (fig. 19). En ce qui concerne l'instruction, on fait une distinction entre le degré de formation, l'instant où elle doit être donnée et l'étendue des responsabilités. Le groupe s'occupant du projet doit être formé de manière approfondie sur tout ce qui touche le système et la programmation. Les responsables du système des DAT doivent non seulement connaître la desserte pratique du système, mais aussi et surtout être en mesure de reconnaître et de supprimer les défauts et d'assurer la sauvegarde des données. Il est prévu de donner aux utilisateurs une formation de base en informatique et de les initier de manière approfondie aux applications pratiques.

20 Conclusions

Le degré d'innovation des applications CAO du Grafico et la complexité du projet exigent de ceux qui y participent beaucoup d'élan et d'enthousiasme. En l'espace de 12 ans, le système d'infographie pour les conduites des PTT devra être entièrement réalisé. Bien que l'analyse de rentabilité soit fondée sur l'état actuel de la technique, on dispose d'une marge de manœuvre suffisante, tant pour la réalisation par étapes que pour l'acquisition des matériels et des logiciels, de sorte qu'il sera possible de suivre raisonnablement dans sa foulée l'évolution fulgurante des techniques informatiques.